627.06
INR
1898

INTERNATIONAL CONGRESS
OF NAVIGATION

REPORT

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

**Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.**

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

MAR

L161—O-1096

627.06
INR

VII^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION
BRUXELLES 1898

TROISIÈME SECTION

I^re QUESTION

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

# RIVIÈRES A MARÉE

COMMUNICATION

PAR

**M. A. J. DA COSTA COUTO**
Délégué de la Société des Ingénieurs civils de France,
Ingénieur chargé de la Commission d'Études des Ports et Canaux Maritimes,
Chef de section au Ministère des Travaux publics à Rio-de-Janeiro.

BRUXELLES
J. GOEMAERE, IMP. DU ROI, ÉDIT.
21, RUE DE LA LIMITE

1898

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
AT URBANA-CHAMPAIGN

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/rapportsetcommun00inte

627.06
INR
1898

[redacted]

# AMÉLIORATION

DES

# EMBOUCHURES DE RIVIÈRE A FAIBLE MARÉE

## ET A FOND MOBILE

### avec application à la BARRE DE RIO GRANDE DO SUL

---

COMMUNICATION

PAR

M. A. J. DACOSTA COUTO
Délégué de la Société des Ingénieurs civils de France,
Ingénieur chargé de la Commission d'Études des Ports et Canaux Maritimes,
Chef de section au Ministère des Travaux publics à Rio-de-Janeiro.

---

Les améliorations des fleuves ou estuaires maritimes, à fond mobile sont, en général, difficiles et variées. Malgré ces variations, nous devons tâcher d'établir des règles générales, applicables dans chaque cas particulier selon la nature et les conditions locales; c'est précisément pour ces raisons que nous devons concourir à la solution de ce problème en présentant des cas spéciaux, accompagnés de tous leurs traits caractéristiques d'où l'on extraira des conclusions pratiques qui seront de vraies lois générales qui trouveront leur utile application dans d'autres cas semblables. C'est dans ce but que nous apportons comme sujet, un cas tout à fait spécial, qui est, pour ainsi dire, un véritable *phénomène maritime*.

Il s'agit de la *Barre de Rio Grande do Sul*, où nous avons, d'un côté, deux immenses lagunes (Patos et Mirim) avec un bassin hydrographique de 162,000 kilomètres carrés et de l'autre, la mer, ayant pour émissaire un seul chenal, appelé canal du Nord, qui forme à son embouchure un banc très étendu, avec des passes très mobiles, et où, malgré un débit d'eau considérable, de 7,000 mètres cubes par seconde, on n'a

pu, jusqu'à présent, fixer une passe stable en raison des effets accidentels des vents et des courants.

L'on peut noter que les irrégularités de cet émissaire sont telles que la largeur moyenne de ses sections étant de 1,400 mètres, il s'est produit un étranglement même à l'embouchure (dû à la pointe de terre), donnant une largeur variant de 550 à 1,000 mètres. (Voir planche I, 3A et IV.)

L'expérience a démontré que la condition première pour l'amélioration des fleuves ou estuaires à grande et petite marée, est de faciliter, le plus possible, le mouvement des eaux au flot et au jusant, en régularisant les sections proportionnellement au volume d'eau qui passe, soit par la consolidation des berges ou au moyen de dragages, afin d'augmenter la puissance hydraulique de l'estuaire.

De ce principe il résulte que nous devons chercher, pour le cas dont nous nous occupons : — 1° quelle est la direction la plus convenable que l'on doit donner au chenal où nous devons concentrer les courants pour creuser une passe *profonde* et *unique*, abordable aux navires ; 2° Quel doit être le système de jetées à employer dans le cas où il y a un courant montant dû à la marée et de puissants courants de vidange venant de ces deux immenses lagunes. Examinons très sommairement les particularités du canal du Nord et les conditions de la Barre.

*Formation de la Barre.* — Le banc existant à l'embouchure du Canal du Nord est formé d'alluvions maritimes et fluviales, charriées par les courants. Au fur et à mesure que la vitesse de l'eau diminue, ces matières en suspension se déposent au fond de la mer, proportionnellement à leurs densités; elles s'y accumulent en constituant la Barre.

La planche 3ª d'un rapport que j'ai publié sur la matière et qui est annexé à ce mémoire (1) permet de constater l'état de la Barre, à différentes époques, et à chacune d'elles on relève dans le banc, trois passes constamment ouvertes : les passes Sud-Ouest, Sud et Est.

Les vents régnants dans la Barre sont ceux du Nord-Est et Sud-Ouest. (Voir diagramme des vents, planche XI.)

Les vents Nord-Est, en chassant les eaux vers le sud-ouest, augmentent les courants de vidange du canal du Nord, et les eaux de celui-ci sont forcément dirigées dans la direction sud-ouest, où cette passe est creusée par les courants.

(1) *Rapport sur l'amélioration de la Barre de Rio-Grande do Sul,* publié par ordre du Ministère de l'Industrie, des Voies et Travaux publics, par A. J. Costa Couto, ingénieur civil. Rio-de-Janeiro, Imprensa national, 1897.

La passe Est est formée par les vents Sud-Ouest, qui diminuent les courants de jusant en poussant les eaux vers le nord-est. L'effet de ces vents augmente le flux en le partageant en deux : l'un pénétrant dans l'embouchure du canal, et l'autre suivant la direction de la passe Est.

Quand la Barre n'est pas soumise à l'action des vents régnants, les eaux débitées par le canal du Nord suivent la direction naturelle de l'axe de ce même chenal, où sont concentrés les plus forts courants destinés à creuser *la passe Sud*.

De ces trois passes, cette dernière est celle qui reste la plus profonde, étant la plus abritée des vents. Elle est la plus recherchée par la navigation, d'après les renseignements des praticiens et des marins, ainsi que des nombreux ingénieurs qui ont étudié ce port.

Ces trois passes sont extrêmement variables, c'est-à-dire qu'elles changent très facilement de position, selon la fréquence et la direction des vents Nord-Est et Sud-Ouest.

Ces variations des passes, qui autrefois faisaient la terreur des marins au point que la Barre reçut le nom de « Barre mouvante », sont sans aucune importance, car elles sont purement occasionnelles, n'étant que la conséquence de ce fait que la Barre n'est pas abritée de l'action des vents et des courants.

*Direction de la passe.* — Depuis 1885, la passe est fixée dans la direction sud-sud-ouest au lieu de la direction naturelle sud, par suite de la prédominance des vents régnants Nord-Est qui poussent les eaux vers le sud-sud-ouest.

Le chenal lui-même, s'approchant de la position la plus convenable, il est évident que quel que soit le projet que l'on prétende exécuter pour l'amélioration de la Barre, il est indispensable de l'abriter, tout d'abord, contre les vents régnants, pour que les eaux du *canal du Nord* puissent se fixer dans la direction sud, qui est le chenal naturel de la Barre et où la force des courants concentrés permet d'ouvrir une passe profonde et unique dans la direction Sud qui, par sa position topographique, est d'un accès très facile aux navires.

*Forces dont on peut disposer.* — Les eaux de la lagune de Patos se déversent dans l'océan Atlantique, *par le canal du Nord* (1) (planche A).

Tous les grands fleuves, tels que Jaguaraô, Guahiba, Camaquam,

(1) *Canal du Nord,* nom vulgaire sous lequel les marins désignent le chenal qui sert d'émissaire entre les deux lagunes (Patos et Mirim) et l'Océan Atlantique.

Piratinim et autres, qui débouchent dans cette immense lagune, y font les dépôts des sédiments qu'ils tiennent en suspension.

La lagune de Patos communique aussi avec celle de Mirim et les eaux de ces deux lagunes sont portées à la mer par *une seule voie* qui est le *canal du Nord.*

Ces deux lagunes sont parfaitement appropriées pour être les réservoirs de décantation, non seulement des eaux des fleuves qui y débouchent, mais encore des eaux du flux des marées exagérées par les vents et amenées par le canal du Nord ; toutes ces eaux peuvent encore y être emmagasinées pour augmenter le volume et la vitesse du reflux qui sont si importants et si nécessaires à la désobstruction des bancs de sable.

Ces deux lagunes jouent donc un rôle très important pour l'amélioration de la Barre ; elles sont non seulement des bassins de décantation de tous les sables charriés par les courants maritimes et fluviaux, mais aussi des bassins de chasse pour augmenter la vitesse du reflux.

Donc, les sédiments portés à la mer par le canal du Nord proviennent, en grande partie, des éboulements de ce canal et des approfondissements produits par les courants, au fond du lit, par suite des irrégularités de celui-ci et des changements brusques des sections du chenal. C'est surtout vers ce point que doit se porter toute notre attention.

*Régularisation du canal du Nord.*— Nous allons montrer une planche où l'on peut relever les observations faites de 1877 à 1879, avec diagramme des vitesses et fréquence des vents, observations pluviométriques, diagramme des hauteurs et oscillations des marées, phases de la lune, etc., etc.

On voit par là que les marées varient de $0^m.60$ à $1^m.70$ et, quoique nous ne puissions attacher aux marées qu'une importance secondaire, il est bon cependant de ne pas abandonner ces éléments, d'autant plus que les effets du flux des marées se font sentir à 180 kilomètres en amont de l'embouchure, c'est-à-dire au delà des lagunes.

Dans notre projet, même dans le cas où ces divers éléments nous feraient défaut, il nous suffit de compter avec le considérable volume d'eau, calculé à 18 millions de mètres cubes par heure, c'est-à-dire 7,000 mètres par seconde, et avec les puissants courants de vidange des immenses lagunes (Patos et Mirim) qui passent par le Canal du Nord, avec une vitesse, déjà calculée, de $1^m.80$ par seconde. Ce sont ces courants que nous devons régulariser et auxquels nous devons donner une vitesse convenable et le plus uniforme possible, en établissant les sections du chenal proportionnellement au volume d'eau qui passe, dans le but principal d'établir un régime stable dans

l'estuaire, et pour cela, il est très avantageux de favoriser, le plu possible, l'entrée des eaux, afin d'avoir dans la vidange un très grand volume d'eau pour *augmenter la force vive des courants.*

Il sera facile, étant donné le volume et la vitesse de l'eau, de déterminer la section correspondante, en régularisant les berges ou au moyen de dragages.

Non seulement le flux mais aussi la vidange se feront d'autant plus promptement et plus facilement que les sections seront plus régulières et la sortie plus facile.

Du reste, nous ne pouvons obtenir un régime stable dans l'estuaire qu'en empêchant la formation des bancs, soit à l'intérieur, soit au dehors de l'embouchure.

Or, la formation des bancs est la conséquence des irrégularités et changements brusques de sections, qui causent une grande variation et diminution de vitesse.

C'est pour ces raisons que je considère comme indispensable la régularisation du canal, qui facilitera non seulement les courants de vidange, mais encore les courants dus aux petites marées, augmentées et exagérées selon les vents régnants (1).

*Inconvénients des irrégularités des sections.*—Les sections du Canal du Nord, au lieu d'augmenter en largeur, d'amont en aval, augmentent au contraire, d'aval en amont. Leurs irrgéularités sont telles qu'il s'est produit à l'embouchure un étranglement qui varie de 550 à 1,000 mètres, au point d'y approfondir le lit à 20 mètres, tandis qu'à un kilomètre en amont, il y a des sections ayant plus de 2/3 de la largeur, c'est-à-dire plus d'un kilomètre et demi et dont la prôfondeur ne dépasse pas 7 mètres, comme on peut s'en rendre compte par les plans dressés à différentes époques (*voir* pl. 3ª).

Cet étranglement rend difficile l'entrée et la sortie des eaux du Canal du Nord, et exerce pour ainsi dire une action retardatrice sur le volume des eaux venant des lagunes intérieures; d'où résulte une rétention ou reprise des eaux ainsi qu'une augmentation des sections du Canal vers l'amont, telle qu'à la Corôa-de-Marianna.

Cet étranglement est produit par les sables mêmes des dunes du littoral, poussés vers le sud par les vents Nord-Est; la presqu'île entre la lagune de Patos et la mer est composée d'une plage de sable et de

(1) Nous ne traitons, dans cette communication, que très sommairement de ces différents points qui ont été développés dans notre rapport (1re, 2e et 3e partie) sur l'*Amélioration de la Barre de Rio-Grande do Sul,* publié par ordre du Ministère des Travaux publics, en 1897, et dont l'atlas est joint à ce mémoire.

dunes, elle est nourrie constamment par la mer et forme une source inépuisable de sables mis en mouvement par les vents nord-est qui y soufflent pendant la plus grande partie de l'année.

Les effets de ces vents, n'étant pas entravés par les terrains plats, aux environs du canal, font que les sables des dunes situées même dans l'intérieur de la presqu'île, cheminent vers le sud et vont se noyer à la Corôa-de-Marianna, dont les dépôts et hauts-fonds y existant, formés de cette façon, sont emportés par les courants et sont les plus grands fournisseurs au banc de la Barre (1).

Pour s'assurer des effets nuisibles produits par cette pointe de terre (pontal), il suffit de jeter les yeux sur la planche 3ª de mon rapport, où les plans respectifs nous montrent l'état de la Barre.

Nous remarquons qu'à mesure que l'embouchure s'élargissait de 550 à un kilomètre, selon que l'indiquent les plans de 1849 et 1866 et les respectifs profils en long et en travers, la profondeur du banc augmentait, comme le montrent les lignes tracées différemment dans les plans de Dillon, Johnson, Haukshaw et Lopo Netto. (*Voir* profils en long et en travers, pl. V.)

De 1875 à 1881, quand l'embouchure fut réduite de nouveau à la largeur de 600 mètres, rendant l'étranglement plus prononcé, la Barre est devenue complètement impraticable : le banc souleva la crête, conservant à peine dans la Barre une profondeur de 1ᵐ.70, ainsi que l'indiquent les profils. (Planche V.)

C'est pour ces motifs que le chenal est fixé, depuis 1885 jusqu'aujourd'hui, dans la direction sud-sud-ouest, par suite de l'élargissement chaque fois plus sensible de l'embouchure, (comme on peut s'en rendre compte par les planches montrant l'état de la Barre de 1894 à 1897), facilitant les courants qui descendent des lagunes de Patos et Mirim, qui, par suite de l'étranglement à l'embouchure, étaient dans l'impossibilité de sortir et d'agir avec un volume plus grand pour emporter directement les sables du banc au dehors de l'embouchure.

*Jetées convergentes.* — Sur la planche XIII, nous pouvons comparer le projet de la Commission à (l'encre rouge) avec les différents projets présentés sur l'amélioration de la Barre de Rio Grande do Sul. A l'époque où ces projets furent étudiés, le chenal ne s'était pas encore fixé, ainsi qu'il l'est depuis 1885, dans la direction sud-ouest.

De sorte que ces éminents ingénieurs ont rédigé leurs projets avec

(1) Afin d'empêcher la marche des sables des dunes, on exécute à Rio-Grande, selon les projets de différents ingénieurs, des plantations et fixations des dunes, donnant des résultats satisfaisants.

des jetées convergentes très étendues, ayant en vue, principalement, d'abriter la barre contre tous les vents qui pourraient y produire leurs effets.

Ils ont, en outre, diminué la largeur destinée à l'entrée des embarcations, entre les musoirs, pour produire des vitesses exagérées pour balayer les sables.

Chacun de ces projets renferme des jetées dans des directions différentes et selon les passes qui se trouvaient ouvertes, à l'époque où se firent ces études. Mais à présent que le chenal a montré par lui-même la position la plus convenable, ces diverses directions données aux jetées n'auront plus de raison d'être. Il y a plus de 13 ans que le chenal a fixé la position sud-sud-ouest; mais il convient de remarquer que cette position n'est pas encore la plus convenable, elle est forcée par le manque d'abri dans lequel se trouve la Barre, exposée aux vents Nord-Est qui y dominent et qui poussent vers le sud-ouest les eaux qui sortent du Canal du Nord; mais dès que la Barre sera abritée par la jetée donnée par le projet de la Commission (dessiné à l'encre rouge), les courants sortant du canal ouvriront la passe Sud, qui est la direction naturelle de l'axe du Canal du Nord.

La convergence des jetées diminue aussi la puissance hydraulique de l'estuaire, parce qu'elle rend difficiles l'entrée et la sortie des eaux.

En outre, les sables remués à cause de la vitesse exagérée due à la petite largeur entre les deux musoirs se déposeront soit en amont soit en aval, en des points nuisibles, au régime général du chenal.

Ces atterrissements se répéteront à chaque flux et à chaque reflux.

Examinons d'abord ce qui se passe au moment du flux : Le flot, passant difficilement par l'entrée étroite des musoirs, en arrivant au droit de l'avant-port, n'est plus contenu latéralement ; alors, il s'épanche, l'onde s'affaisse, la vitesse dans cette section élargie diminue, des dépôts s'y forment et contribuent, avec l'affaissement de l'onde, à la réduction des profondeurs d'eau qui altèrent la puissance vive de la marée, au détriment de toute la région d'amont.

Ces dépôts se répètent encore pendant le jusant, car une grande partie des sédiments, poussés par les eaux qui sortent de la section limitée du Canal du Nord, se logent convenablement dans la grande étendue abritée par l'avant-port, lorsque la vitesse diminue.

La convergence des jetées des différents projets dont nous traitons a produit deux étranglements, l'un formé par la pointe de terre déjà existant à l'embouchure et l'autre par les musoirs des jetées et qui sera situé au dehors à une distance de 5 kilomètres environ de l'embouchure.

Ces étranglements ou changements brusques des sections produi-

sent tantôt des vitesses énormes, tantôt des ralentissements correspondants, ici creusent et là vont déposer les sables.

Aucun de ces obstacles ne peut être vaincu sans une certaine perte de force vive, épuisant ainsi, peu à peu et inutilement, l'énergie des courants. (*Voir* planches IV et XIII.)

Le projet de la Commission est donc basé sur la régularisation des sections, même pour les cas où il n'y aurait pas de marées à Rio-Grande.

Nous avons vu cependant qu'à Rio-Grande elles varient de $0^m.60$ à $1^m.70$ en propageant leurs effets à 180 kilomètres en amont de l'embouchure, et ces éléments ne seront mis à profit que lorsque, par la régularisation des sections, nous aurons donné une entrée facile aux eaux par les jetées parallèles.

Du reste, les jetées convergentes produisent des vitesses exagérées en face des musoirs, les effets ne sont que purement locaux, et toute modification locale du lit d'un canal modifie son régime, non seulement aux abords, mais sur toute l'étendue de la partie maritime, par l'augmentation et la diminution du volume des eaux qui entrent et qui sortent.

Tout travail doit donc être étudié au point de vue de ses conséquences locales, ainsi qu'au point de vue de son influence sur le régime général de l'estuaire. Dans notre projet, loin de chercher à concentrer les travaux au dehors de l'embouchure, nous avons dirigé notre attention vers l'intérieur, en fixant et régularisant le canal du Nord, soit par la consolidation des berges, soit au moyen de dragages, sans provoquer des vitesses exagérées ni des étranglements ou changements brusques de section qui sont les véritables obstacles du mouvement des eaux soit montant, soit descendant.

Les jetées parallèles s'imposent dans le cas même où il n'y aurait pas de marées.

Nous avons sous les yeux la planche XII, de la Meuse qui est un fleuve à faible marée, ne s'élevant qu'à $1^m.70$ ; elle indique depuis 1877 jusque 1892 les progrès obtenus en profondeur, à mesure que furent exécutés les travaux de régularisation, non seulement à l'intérieur jusque Rotterdam, mais aussi au dehors de l'embouchure ; c'est grâce à cette amélioration que Rotterdam est un des ports les plus importants de l'Europe.

La planche tracée par la Commission de la Barre à Rio-Grande montre l'état de la Barre en 1897, et ratifie pratiquement ce que nous venons de dire.

Quoique en 1894 fut fait le revêtement de cette pointe de terre à

l'embouchure du canal (pontal), (ainsi que l'indique la pl. IV), depuis la dernière tempête, cet étranglement s'est élargi, ouvrant davantage l'embouchure du Canal du Nord, et lui donnant une largeur jusqu'à ce jour sans exemple; alors le mouvement des eaux s'opéra plus promptement et le chenal ouvrit la passe dans la direction sud, avec une profondeur supérieure à $0^m.40$ qui existait auparavant.

Prenons connaissance de ce qui a été dit à ce sujet par l'ingénieur en chef de la Commission actuelle des travaux, dans son dernier rapport, présenté en 1898 au Ministère des Travaux publics, à Rio-de-Janeiro.

« *Traduction.* — Afin de pouvoir apprécier la situation réelle de la Barre de Rio-Grande, nous avons ici un plan, tracé en décembre 1897, qui permet de constater :

« 1° Que l'extrémité sud de l'étranglement de l'Est s'est sensiblement approchée de l'ancienne ligne de la plage, de sorte que la petite baie qui existait entre la terre et l'extrémité de l'étranglement fut réduite à la moitié de ce qu'elle représentait au commencement de l'année, l'étranglement lui-même (pontal), fut comme poussé vers la terre;

» 2° Que la berge *ouest* du Canal du Nord, qui offre déjà une plus grande régularité de courbes qu'auparavant, ne présente plus cette saillie que l'on relevait vers l'*Est* en 1896, jointe à l'étranglement de l'ouest, ce qui indique qu'à cette date *il existait deux sections plus étroites* dans cet étranglement, tandis qu'aujourd'hui on n'en relève plus qu'une et d'une *largeur plus grande à l'embouchure qu'à toute autre époque connue.*

» 3° Que les courbes deprofondeur de 7 à 4 mètres, en face de la direction du thalweg, *au rumb Sud*, avancent beaucoup dans ce sens, rendant *nettement sensible l'augmentation des effets des courants montants et de vidange,* tant dans la *direction sud* que dans le *rumb Est*, ce qui met en évidence la comparaison du banc actuel de l'étranglement de l'est (pontal), correspondant à la ligne de 2 mètres avec la position de ce même banc dans le plan de 1896. Les améliorations obtenues dans le chenal, en travers du banc, sont notables; en même temps que la largeur, la profondeur des eaux basses de ce chenal a été augmentée à $0^m.40$.

» En comparant les divers plans de la Barre, l'on peut noter l'amélioration continue qu'elle présente, non seulement dans l'alignement et la profondeur du Canal du Nord, mais aussi dans la partie située au delà de la ligne de la côte océanique; ces diverses améliorations sont confirmées pratiquement par la croissante profondeur de la Barre et par le tirant d'eau, toujours plus profond, des navires qui la traversent.

. . . . . »

Cette dernière planche, indiquant la situation réelle de la Barre, en 1897, a démontré, uniquement par des faits accidentels, que les principes de la théorie sont applicables également pour les fleuves ou canaux à faible marée.

En outre, l'état de la Barre en 1897 est venu confirmer que les principes relatifs à la régularisation de l'estuaire dans toute son étendue, et qui ont servi de base à notre projet, sont efficaces et applicables aux embouchures des rivières à faible marée et à fond mobile.

Lorsque nous disons *régulariser les sections du chenal dans toute son étendue comme nous avons indiqué dans notre projet en lignes rouges*, nous entendons que cette régularisation doit être en rapport avec la nature du terrain et les conditions locales. Ainsi, *le lit mineur* est celui qui mérite d'être étudié avec le plus grand soin, parce qu'il est le plus important et indispensable pour fixer le chenal et régler la vitesse de jusant ; donc la régularisation doit y être faite dans *toute son étendue*. soit par la consolidation des berges ou uniquement au moyen de dragages.

Tandis que dans le *lit majeur* elle se fera seulement lorsque les conditions du terrain l'exigeront et uniquement dans les points nécessaires indiqués dans le cours d'exécution, afin d'éviter, en toute occasion, les effets de crues et de débordement des eaux, soit en amont, soit en aval. Notre projet, quoique tracé dans ses lignes principales et qui a mérité déjà l'approbation de nombreux et éminents ingénieurs, peut subir de légères modifications dans son tracé définitif ; ainsi, les jetées au dehors de l'embouchure devront être prolongées, plus tard, car le chenal indiquera lui-même leur prolongement et écartement définitifs.

Nous devons ajouter encore que de puissants dragages au dehors de l'embouchure ont été tentés à la Barre de Rio Grande do Sul, mais ce fut un pur désastre ; ce que la drague avait creusé en une semaine fut comblé en quelques heures, par suite de l'action des vents et des courants, dont la Barre n'était pas abritée. C'était, pour ainsi dire, *écrire dans le sable ;* les dragages ne produiront des effets utiles que lorsque la Barre sera abritée des vents.

Le plein succès du projet de l'amélioration de la Barre de Rio Grande est garanti par des courants sous-marins qui courent parallèlement à la côte ; nous avons montré dans notre rapport que le banc, en changeant d'emplacement vers l'est ou vers l'ouest, n'a pas cheminé vers la mer, c'est-à-dire qu'il a seulement changé de forme et d'emplacement tout en gardant la même distance primitive à partir de l'embouchure, ce qui est dû uniquement à des courants sous-marins, existants parallèles

à la côte, courants qui varient de 0.30 à 0.60, selon les données de différents ingénieurs.

En outre, l'on peut constater l'existence de ces courants par les profils mêmes du banc. (Voir planche V, où l'on voit que la pente intérieure est longue et douce, tandis que la pente extérieure du côté de la mer est plus à pic et moins étendue.) Cela prouve que ce côté est miné par les courants sous-marins qui, pour ainsi dire le lèchent latéralement et parallèlement à la côte.

De tout ce qui précède, nous pouvons tirer les conclusions générales suivantes :

## CONCLUSIONS.

Pour l'amélioration des fleuves ou canaux maritimes, même à faible marée, il faut :

1° Faciliter, autant que possible, les courants, soit montants soit descendants, par la régularisation des sections de rivières proportionnellement au volume d'eau qui passe;

2° Pour les canaux ou rivières dont la constitution des berges et le fond consistent en sables, outre les travaux de plantation et fixation des dunes, cette régularisation devra se faire dans toute leur étendue en consolidant les berges ou uniquement au moyen de dragages selon les indications locales;

3° Quant aux travaux à exécuter au dehors de l'embouchure, ils consistent à abriter tout d'abord la Barre contre les vents régnants en dirigeant le plus possible le chenal destiné à l'entrée et à la sortie des navires dans la direction générale de l'axe de la rivière ou du canal, où sont concentrés les plus forts courants pour entretenir une passe unique et profonde;

4° Quand on peut compter, comme à Rio-Grande do Sul, avec les puissants courants de vidange qui viennent des lagunes intérieures, les jetées parallèles, facilitant l'entrée et la sortie des eaux, s'imposent, de préférence aux jetées convergentes, qui ne produisent que des effets locaux et qui rendent difficile le mouvement des eaux en diminuant la puissance hydraulique de l'estuaire, par l'irrégularité des vitesses des courants et sections, et nuisant ainsi au régime général du chenal.

*Note.* — Nous avons annexé à notre mémoire l'atlas de la troisième partie de notre rapport sur l'*Amélioration de la Barre de Rio-Grande do Sul,* publié par ordre du Ministère des Travaux publics, en 1897, à Rio-de-Janeiro.

VII^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION
BRUXELLES 1898

TROISIÈME SECTION

4^e QUESTION

# DISPOSITIFS RÉCENTS

DES

# DRAGUES A GRANDE PUISSANCE

RAPPORT

PAR

**J. MASSALSKI**
Délégué de la Société des Ingénieurs civils de France, Ingénieur,
Représentant de la Société Anonyme « Chantiers Conrad » de Haarlem (Hollande).

BRUXELLES
J. GOEMAERE, IMP. DU ROI, ÉDIT.
21, RUE DE LA LIMITE
1898

J. MASSALSKI
INGÉNIEUR MARITIME
9, [illegible]
PARIS

627.06
IN'R
1898

# DISPOSITIFS RÉCENTS

DE

# DRAGUES A GRANDE PUISSANCE

RAPPORT

PAR

J. MASSALSKI
Délégué de la Société des Ingénieurs civils de France, Ingénieur,
Représentant de la Société Anonyme « Chantiers Conrad » de Haarlem (Hollande).

## EXPOSÉ.

Dans l'étude d'un projet de dragages, trois données principales s'imposent pour guider dans le choix du matériel à adopter :

La nature du terrain à draguer ;

La situation du terrain à draguer ;

La situation du lieu de dépôt des matières draguées.

Suivant ces conditions, les types de dragues pourront être :

*Dragues fluviales.* — Drague à godets chargeant en chalands, chalands à clapets ou porteurs à vapeur;

Drague à godets avec long couloir ou transporteur;

Drague à godets refoulant le déblai par pompe;

Drague aspiratrice refoulant le déblai par pompe;

Drague videuse de chalands et refouleuse.

*Dragues marines.* — Drague à godets chargeant en chalands, chalands à clapets ou porteurs à vapeur;

Drague à godets porteuse ;

Drague à godets porteuse, aspiratrice et refouleuse ;

Drague à godets refouleuse (non porteuse) ;

Drague aspiratrice chargeant en chalands, chalands à clapets ou porteurs à vapeur;

Drague aspiratrice refouleuse;

Drague aspiratrice porteuse à clapets ;

Drague aspiratrice porteuse et refouleuse (pouvant aussi reprendre elle-même le contenu de son puisard et le refouler sur berges par tuyaux).

## CONSTRUCTION.

Nous ne reprendrons pas ici la description des détails de construction des dragues; nous noterons seulement quelles améliorations ont été adoptées en ces derniers temps.

### COQUES.

*a*) Dans les dragues marines à godets, l'innovation de placer deux hélices sur l'arrière, des deux côtés du puisard, a permis de faire des bateaux tout à fait marins de formes effilées sur l'avant, tandis que l'arrière large pour abriter les deux hélices obligeant à avoir deux gouvernails, assure ainsi une très grande sensibilité dans la conduite du bateau et offre en même temps un grand déplacement permettant de supporter une puissante chaîne à godets. C'est la forme rationnelle.

*b*) La coupe transversale des puits à déblais dans les chalands, porteurs à vapeur et dragues porteuses est généralement celle d'un parallelogramme dont la plus grande base est à la ligne du pont tandis que la petite base est à la ligne de la fonçure. Cela a été fait dans le but d'obtenir des portes de dimensions restreintes plus facilement maniables. Or, il arrive fréquemment qu'un bateau étant chargé de déblai collant ou se tassant, s'il n'est pas vidé peu de temps après son chargement, on a beau ouvrir les portes, le déblai ne s'écoule pas. Cela a amené à adopter pour le puisard la forme d'un rectangle, ou même parallélogramme, la grande base dans le bas, inversement de la forme ancienne. Il en résulte la sécurité d'un vidage rapide, quelle que soit la nature du déblai, et aussi pour le bateau une plus grande stabilité contre le roulis.

L'inconvénient des portes plus grandes est facilement réduit par l'adoption de chaînes et appareils de relevage plus robustes.

### TREUILS DE PAPILLONNAGE.

Longtemps on s'est tenu à un unique mais fort guindeau encombrant tout le milieu du pont et actionnant des tambours et poupées sur lesquels viennent s'enrouler les chaînes. Cela a le grave inconvénient qu'en cas d'avarie à cette machine, le papillonnage tout entier devient impossible et la drague peut, de ce fait, se trouver, très exposée. L'adoption, au contraire, de treuils distincts sur l'avant et sur l'arrière assure, en cas d'avarie à l'un des treuils,

de pouvoir continuer le dragage en manœuvrant avec les autres. L'économie de main-d'œuvre par l'emploi d'un seul treuil n'est qu'apparente, puisque sur une drague des hommes de pont sont toujours nécessaires et peuvent, tout en faisant les autres travaux, être employés aux treuils. Enfin, plusieurs treuils séparés ont le grand avantage de pouvoir faire fonctionner plusieurs chaînes à la fois avec des vitesses différentes.

### SUSPENSION D'ÉLINDE.

L'adoption des câbles d'acier au lieu de chaînes assure une plus grande douceur et facilité d'enroulement régulier sur le tambour.

### TOURTEAUX.

Après bien des essais sur la meilleure construction des tourteaux, qui souvent ont conduit à des constructions très compliquées et coûteuses, l'expérience nous a conduit à l'emploi d'un tourteau supérieur, de section carrée avec des flasques servant à guider les godets, le tout d'une seule pièce venue de fonte de coquille.

Le tourteau inférieur, de même fabrication mais de forme pentagonale ou hexagonale, a généralement prévalu jusqu'à ce jour. Toutefois, cette augmentation du nombre de pans du tourteau inférieur nous semble insuffisante en plusieurs cas.

En effet, si nous faisons une comparaison du travail d'un godet de drague à celui d'un godet d'excavateur, nous voyons que ce dernier en travaillant attaque le terrain en ligne droite; la vitesse du bec du godet est égale à la vitesse des boulons de la chaîne et l'attaque se fait sur une très grande hauteur en prenant des couches minces. Dans la drague, au contraire, le godet doit se remplir très rapidement en faisant le tour du tourteau inférieur, le bec du godet ayant la vitesse maxima. La hauteur d'attaque est très limitée et le godet doit prendre une couche assez épaisse pour pouvoir se remplir sur un petit parcours. Si donc on augmente sensiblement la circonférence du tourteau inférieur, il arrive qu'un plus grand nombre de godets se trouve en même temps au remplissage; leur attaque simultanée assure une marche beaucoup plus régulière de la machine, puisque la résistance est continue. Les godets attaquent sur une plus grande hauteur et, passant

moins vite, ils se remplissent mieux. En prenant une couche plus mince à petite vitesse, ils dépensent moins de force que s'ils attaquaient une couche plus épaisse à une vitesse beaucoup plus grande.

La démonstration en est facile en faisant le calcul de comparaison du travail d'un godet sur un tourteau de 5 pans et du même sur un tourteau de 14 pans (*voir* planche I) :

Admettons : pas de la chaîne $0^m.75$,

vitesse des godets : 15 par minute.

La vitesse du godet en ligne droite sera de : $(0.75 \times 2) \times 15 = 22^m.50$.

Avec un tourteau à 5 pans, le nombre de tours du tourteau sera de :

$$15 \text{ godets, soit } 30 \text{ pans, soit } \frac{30}{5} = 6 \text{ tours.}$$

Le diamètre du cercle parcouru par le bec du godet sera d'environ 3 mètres ; la circonférence parcourue sera de $9^m.42$; le développement de 6 tours donnera comme vitesse d'attaque du godet : $9.42 \times 6 = 56^m.52$.

Avec un tourteau à 14 pans, le nombre de tours du tourteau sera de :

$$15 \text{ godets, soit } 30 \text{ pans, soit } \frac{30}{14} = 2 \text{ tours } 1/7.$$

Le diamètre du cercle parcouru par le bec du godet sera d'environ $4^m.90$; la circonférence parcourue sera de $15^m.38$; le développement de 2 tours 1/7 donnera comme vitesse d'attaque du godet : $15.38 \times 2.1 = 32^m.31$.

Ainsi donc, pour une même chaîne à godets passant sur un tourteau à 5 pans, le godet attaque à une vitesse de $56^m.52$ par minute, tandis que sur un tourteau à 14 pans sa vitesse d'attaque se réduit à $32^m31$ par minute.

Il n'est pas douteux qu'à cette réduction de vitesse le travail de la drague sera meilleur. La hauteur possible de l'attaque dans les mêmes circonstances que l'autre arrive au double. Donc, avec la même vitesse de papillonnage l'avancement (c'est-à-dire l'épaisseur de la couche à enlever) n'a besoin d'être que de la moitié.

### MAILLONS, BOULONS, BAGUES.

Les maillons en acier forgé deviennent pour ainsi dire inusables

par l'emploi de bagues en acier manganèse. De même pour les arbres, coussinets des rouleaux, et en général toutes les parties frottantes, les boulons aussi garnis de bagues en acier, constituent une réelle amélioration et une économie d'au moins un tiers du prix d'entretien des boulons ordinaires.

### POMPES A DÉBLAIS.

L'un des plus importants progrès réalisés dans les appareils de dragages réside dans la construction des pompes à déblais. C'est grâce à cette perfection qu'on arrive à employer plus économiquement dans le refoulement la force de la machine et par suite on obtient un rendement mieux en rapport avec la force employée. En effet, tandis que les pompes à déblais autrefois étaient composées de 2 tôles entre lesquelles tournait une turbine, d'abord à 2, puis à 3 ailettes, la pompe nouvelle se rapproche absolument comme forme à la théorie des formes adoptées pour la pompe centrifuge.

La pompe à déblais actuelle a un corps en acier coulé avec des ocuvercles en fonte recouverts intérieurement de disques interchangeables en fonte de coquille. La turbine est aussi en acier coulé avec 4 ailes en acier forgé solidement rivées aux bras et interchangeables. La turbine est fixée sur la partie conique de l'arbre au moyen d'une clavette avec écrou. L'arbre est en acier forgé, et des manchons en acier coulé sont ajustés sur l'arbre dans les parties reposant dans les presses-étoupes. L'arbre est mis à l'abri de l'usure en tournant dans une couche d'eau sous pression fournie par une pompe spéciale envoyant son jet dans les presses-étoupes pour empêcher l'entrée du sable.

Un manomètre placé sur le tuyau de sortie de la pompe permet d'observer la pression dans la conduite et avertit des naissances d'engorgements par les fluctuations de pression.

Enfin, des trous d'homme et regards judicieusement placés permettent des visites faciles.

### CONDUITES DE REFOULEMENT.

Un point important dans les conditions de refoulement des déblais est le progrès réalisé par l'adoption de coudes en cuir d'une longueur qui correspond au double du diamètre, recouverts d'une armature en cotte de mailles en acier, renforcée par des cerceaux. Cet ensemble assure une bonne tenue du coude en cuir

évitant le gonflement, conservant au coude la même section que les tuyaux tout en conservant une souplesse suffisante ; chaque longueur de manchon suffit pour une déviation de 20 à 25 degrés. On évite la formation de coudes aigus et plis du cuir et l'on obtient une diminution des frottements qui s'opposaient à l'écoulement de la matière liquide refoulée. Les tuyaux en longueur, d'environ 6m.75, flottent placés sur des radeaux formés par deux cylindres en tôle d'acier. Les deux cylindres formant radeau ont des diamètres différents et permettent un transport économique en logeant un tuyau dans l'un des cylindres qui est lui-même logé dans le deuxième cylindre. Dans la disposition adoptée par les chantiers Conrad, une passerelle établie sur le tuyau permet une facile circulation et inspection de la conduite.

La longueur de 6 à 7 mètres assure la facilité voulue pour transport par voie de mer ou sur wagons, mais les longueurs de 3 ou 4 mètres de ces radeaux réunies tiennent mieux dans un endroit exposé.

---

## CAS D'EMPLOI.

*Choix entre la drague à godets et la drague aspiratrice.* — Il y a grand intérêt, dans l'étude d'un projet de dragages, à faire des sondages très minutieux pour bien s'assurer de la nature du terrain. Sa composition, sa densité, sa ténuité dictent le choix du type de drague.

Nous reviendrons plus loin sur le grand intérêt qu'il y a à employer de préférence la drague aspiratrice, en détaillant et comparant les prix de revient entre cet outil et la drague à godets. Toutefois, son application doit bien être limitée à certains terrains d'alluvions, car, tandis que la drague à godets peut être mise indifféremment sur tous les terrains, il faut au contraire à la drague aspiratrice un terrain essentiellement meuble pour qu'elle puisse l'aspirer. Ensuite, si ce terrain une fois dilué dans l'eau par le passage dans la pompe à déblais reste encore suffisamment dense, sensible au toucher, il se déposera bien dans le puisard à sa sortie de la pompe, tels sont le gravier, le sable, le sable vaseux.

Si, au contraire, le terrain est très friable, léger, à l'état de particules ténues, se maintenant en suspension, il se laissera bien aspirer, mais, restant en suspension dans l'eau, il ne se déposera pas dans le puisard et il sera le déblai favorable pour le refoulement à distance dans les tuyaux, telles sont les vases et les vases sableuses.

En dehors des terrains sablonneux ou vaseux, nous ne conseillons pas l'emploi de la drague aspiratrice. De nombreuses et très raisonnées tentatives ont été faites pour l'attaque des terrains argileux par l'emploi de couteaux, hélices, vis sans fin, barboteurs de toutes formes tendant à ameublir les terrains lourds en les diluant pour faciliter leur aspiration par la pompe. Ces essais, auxquels nous prêtons encore toute notre attention après y avoir participé, n'ont pas jusqu'à ce jour donné des résultats appréciables.

Il n'y a évidemment pas de limite précise entre les différentes classes de terrains alluvionnaires; le rendement d'une drague aspiratrice peut être très variable suivant le degré de dilution qu'on obtient, mais, cette dilution devenant presque nulle dans les terrains argileux, compactes, collants, coquillages agglutinés, la pompe n'aspire que de l'eau.

L'effet des désagrégateurs a été le plus souvent de tracer des

sillons dans le terrain sans en détacher du fond ou lorsqu'ils arrivent à détacher des parties, celles-ci s'attachent aux couteaux, puis s'accumulent à l'extrémité de l'élinde et ne tardent pas à engorger la pompe.

---

## DRAGUE A GODETS REFOULEUSE.

Les dragues à godets, judicieusement étudiées comme forces dans les détails, arrivent à des rendements considérables, attaquent toutes les natures de terrain, et quoique leurs prix de production soient assez élevés, leur emploi s'impose en beaucoup de grands travaux. Toutefois, ces prix peuvent être atténués lorsqu'on peut adjoindre à la drague un long couloir pour transporter le déblai. Tel est le cas d'application à l'entretien et à l'élargissement d'un canal où il est nécessaire de faire un plafond uni et où on peut déposer sur ses berges.

Mais en avançant que la drague à godets s'impose là où le terrain ne peut être suffisamment dilué pour être aspiré, nous n'avons pas pour cela exclu l'emploi du refouleur.

Bien des exemples pourraient être cités, mais l'un des plus intéressants en raison de sa hardiesse dans le terrain le plus difficile nous est décrit par M. Bezault, ingénieur des ponts et chaussées, dans sa note sur le port de Sfax (*voir* planche I).

Deux dragues à godets sont employées au creusement du chenal d'avant-port. Chaque drague est disposée pour pouvoir décharger les produits du dragage, soit dans les chalands accostés à la coque, soit directement sur la rive au moyen d'une pompe centrifuge capable de refouler les déblais par une conduite de 350 mètres de longueur avec 2 mètres d'élévation au-dessus du niveau de l'eau.

Deux machines, l'une de 60 chevaux, horizontale, compound, avec condenseur par surface, actionne la chaîne à godets; l'autre de 140 chevaux, verticale, compound, avec condenseur par surface, actionne la pompe centrifuge. Quatre treuils à vapeur : un pour la manœuvre de l'élinde, un pour les chaînes d'avancement et le papillonnage de tribord, un pour le papillonnage de bâbord et celui de l'arrière à trois poupées pour le recul et le papillonnage de l'arrière. Lumière électrique, grue, etc., agencement complet. L'élinde, disposée pour draguer de 0 à 9 mètres de profondeur, porte des godets en acier, dont la tôle de devant est remplacée par deux griffes verticales reliant le couteau au fond. Une pompe spéciale amène un jet d'eau dans l'entonnoir du beffroi pour faciliter l'écoulement des produits dragués tombant du godet dans la pompe centrifuge qui doit les refouler.

La pompe centrifuge et la conduite flottante sont d'une construction toute spéciale, comme elles ont été décrites dans cette note.

Diamètre de la pompe : $1^m.20$ ; diamètre intérieur de la conduite : $0^m.380$.

La nature du terrain à draguer a constitué la principale difficulté. On a trouvé d'abord du sable vaseux où les dragues ont donné de grands résultats ; puis on a rencontré une couche de conglomérats atteignant $0^m.70$ d'épaisseur, puis une couche d'argile jaune très compacte de plusieurs mètres d'épaisseur. L'attaque se fait sur $0^m.30$ d'épaisseur. Malgré toutes sortes de difficultés de terrain et autres, les dragues sont arrivées à enlever 1,220,000 mètres cubes de ce déblai.

Grâce à l'obligeance de M. Wiriot, administrateur délégué de la Compagnie des Ports, nous complétons cette note par l'indication du prix de revient d'exploitation, qu'il établit à fr. 0-58, prix que nous porterons à fr. 0-74, en comprenant l'amortissement et l'intérêt du capital, pour un mètre cube dragué à 9 mètres de profondeur et refoulé en remblai à une distance de 350 mètres et 2 mètres d'élévation.

---

## DRAGUE VIDEUSE DE CHALANDS ET REFOULEUSE.

Lorsqu'un déblai se laisse bien aspirer mais se dépose difficilement, et lorsque la situation ne permet pas de le refouler directement dans une conduite, c'est la drague à godets qui s'impose pour charger en chalands. Comme moyen de décharge, si le remorquage en mer est trop long, il y a lieu d'employer un élévateur par pompe qui drague en aspirant le contenu des chalands qui viennent l'accoster et refoule ce déblai à distance derrière une digue.

Tel est le cas qui se présenterait dans la rade de Pord-Saïd. Le fond est une vase liquide qui se pompe et se dilue si bien dans l'eau qu'elle ne se déposerait pas dans le puisard d'un porteur. L'emploi de la drague à godets chargeant cette vase en chalands s'impose donc, mais le remorquage pour trouver un lieu de dépôt est très long. L'ingénieur du canal a donc songé à réaliser une réelle économie en transportant ces chalands à une très petite distance le long de la côte, et là reprendre, au moyen d'une pompe, le contenu des chalands et le refouler à terre par des tuyaux. Telle est la question à l'étude.

Il n'est pas douteux, en effet, que la vase du port de Port-Saïd en présence d'une suffisante quantité d'eau, s'aspire avec facilité. En février dernier, le grand navire de guerre « Victorious » de la marine anglaise s'était échoué dans l'est du chenal de Port-Saïd ; ce bâtiment, dans une position fort critique pendant quatre jours, a résisté aux efforts combinés d'une flotille de remorqueurs, bateaux de guerre, pétroliers, tous attelés sans le moindre succès pour dégager le colosse de 15,000 tonneaux.

Grâce à l'intelligente initiative de l'ingénieur du canal, on fit venir une drague aspiratrice et bientôt les alluvions mises en mouvement permirent au « Victorious » de se dégager.

Chacun sait en effet combien progresse chaque année l'envahissement de la rade de Port-Saïd par les alluvions entraînées de l'embouchure du Nil par les courants venant de l'Ouest. C'est du reste un phénomène généralement observé aux embouchures des grands fleuves, et particulièrement lorsque les gains de jusant ne sont pas combattus par un flot de marée, l'efficace application de la drague aspiratrice n'est-elle pas une précieuse indication sur les services qu'on peut attendre de la videuse de chalands? L'outillage nouveau chasse devant lui le vieux matériel, dont l'exploitation, en outre qu'elle est plus coûteuse, n'est plus capable de répondre aux exigences toujours croissantes de l'exploitation de ce grand port.

---

## DRAGUE A GODETS MARINE REFOULEUSE.

Comme application du refoulement des déblais sur les dragues à godets marines, nous relevons dans le compte rendu des travaux du canal maritime de Koenigsberg des données intéressantes sur l'emploi de la conduite flottante et les résultats obtenus.

Chaque drague a deux hélices, placées sur les côtés du puisard, et les dimensions suivantes (*voir* planche II) :

| | |
|---|---|
| Longueur . . . . . | $36^m.60$ |
| Largeur . . . . . | $7^m.50$ |
| Creux. . . . . | $3^m.40$ |
| Tirant d'eau . . . . . | $2^m.10$ |
| Profondeur maxima du dragage . . . . . | $6^m.50$ |
| Distance du refoulement . . . . . | $500^m.00$ |
| Hauteur du refoulement . . . . . | $1^m.50$ |
| Machine de la chaîne dragueuse. . . . . | 100 chev. |
| Deux machines actionnant les hélices ou les pompes, chacune . . . . . | 150 chev. |
| Godets : contenance . . . . . | 250 litres. |
| Conduite de refoulement, diamètre . . . . . | $0^m.50$ |
| Longueur totale (comprenant 49 raccords à 1 mètre) . . . . . | $421^m.24$ |

Dans un terrain de sable fin glaiseux, collant, les godets passant 14 par minute donnèrent 200 mètres cubes à l'heure la consommation de charbon fut $1^k.810$ par mètre cube, dragué, refoulé, les deux pompes travaillant conjuguées à raison de 150 tours, la pression dans le premier tuyau constatée au manomètre fut égale à une colonne d'eau de 12 mètres de hauteur.

## DRAGUE ASPIRATRICE PORTEUSE.

Dans un travail de dragage effectué conjointement par une drague à godets avec des porteurs à vapeur et une drague aspiratrice porteuse, un parallèle intéressant nous est fourni entre ces deux types d'outils par M. Evaristo de Churruca, directeur du port de Bilbao.

Le voici :

### TABLEAU

*représentant les dragages effectués par l'Administration pour la conservation de l'embouchure de la rivière de Bilbao et prix de revient des cinq dernières années économiques :*

| ANNÉE économique. | DRAGUE A GODETS avec porteurs à vapeur. | | | DRAGUE ASPIRATRICE porteuse. | | | Observations. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Volumes extraits et transportés. | Frais de personnel, matériel et réparations. | Prix de revient du mètre cube. | Volumes extraits et transportés. | Frais de personnel, matériel et réparations. | Prix de revient du mètre cube. | |
| | M³ | Pesetas. | Pesetas. | M³ | Pesetas. | Pesetas. | |
| 1892-1893 | 121185 | 91041 | 0.751 | 333833 | 66682 | 0.199 | Les deux premières années d'exploitation furent anormales pour la drague à godets, comme l'indique la note 1*a*. |
| 1893-1894 | 132725 | 117174 | 0 882 | 269685 | 54936 | 0.203 | |
| 1894-1895 | 225410 | 117145 | 0.519 | 302386 | 54925 | 0.181 | |
| 1895-1896 | 206021 | 113748 | 0 552 | 312210 | 58252 | 0.186 | |
| 1896-1897 | 207003 | 122066 | 0.589 | 296283 | 59150 | 0.199 | |

NOTE.

1° Durant l'année d'exploitation de 1892 à 1893, la drague a travaillé avec un seul porteur car l'autre a été perdu, raison pour laquelle on a extrait un cube moindre que d'habitude, d'où il résulte un prix de revient unitaire plus élevé.

L'année 1893 à 1894 fut anormale pour la drague à godets par suite de fortes dépenses en réparations, qui lui firent perdre beaucoup de temps, d'où il résulte une augmentation de prix de revient.

2° L'embouchure de la rivière de Bilbao où travaillent les dragues a 14 kilomètres de longueur.

La drague à godets travaille depuis 1892 dans les 10 kilomètres supérieurs compris entre Bilbao et la darse de l'Axpe, où la matière qui est à extraire est principalement de la vase argileuse et des matières diverses dans la proximité de Bilbao. La distance moyenne qu'ont à parcourir les porteurs à vapeur pour aller verser les produits en haute mer et retourner accoster à la drague est de :

$$2 \times 17 = 34 \text{ kilomètres}$$

La drague aspiratrice travaille dans les 4 kilomètres inférieurs de la rivière et plus spécialement dans la proximité de la barre quand la mer est belle. La nature du fond de la rivière en ce endroit est de sable qui sort très clair dans l'embouchure, mais plus ou moins chargé de vase dans le reste de la partie ou travaille cette drague. La distance moyenne qu'elle a à parcourir pour verser les produits dragués et retourner à son mouillage est de :

$$2 \times 9 = 18 \text{ kilomètres.}$$

3° Dans les frais qui figurent dans le tableau ci-dessus, il est compris tout le personnel inclus : le mécanicien inspecteur, charbon, huile, peinture et autres fournitures usuelles d'exploitation, les frais de conservation et réparations que les dragues et porteurs à vapeur occasionnent et l'extraction de débris de bateaux et pierres qui se rencontrent dans l'exécution du dragage. Dans ces frais ne sont pas compris l'intérêt et l'amortissement des capitaux engagés dans l'acquisition des dragues et porteurs, ni non plus ceux causés par l'assurance de la drague aspiratrice, qui a coûté les sommes suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| 1892 à 1893. . . . . | Pesetas | 19,136 |
| 1893 à 1894. . . . . | — | 18,384 |
| 1894 à 1895. . . . . | — | 16,486 |
| 1895 à 1896. . . . . | — | 18,029 |
| 1896 à 1897. . . . . | — | 18,392 |

La drague à godets et les porteurs à vapeur ne sont pas assurés, car ils travaillent dans l'intérieur de la rivière où les risques sont faibles.

4° La drague à godets a fonctionné avec deux porteurs à vapeur depuis le mois de mai 1883. Depuis cette époque jusqu'en juin 1896, elle a extrait 769,310 mètres cubes dans la darse de l'Axpe dans la

partie inférieure de la rivière, pour une dépense de 427,623 pesetas, soit à raison de 0.555 de pesetas le mètre cube, en comprenant le personnel, les fournitures, la conservation et les réparations de la drague et des porteurs. De juillet 1886 à fin juillet 1887, elle a extrait 235,875 mètres cubes avec une dépense de 118,060 pesetas, soit à raison de 0,50 de pesetas le mètre cube. Durant les quatre années économiques de 1887-88, 1888-89, 1889-90, 1890-91, on a extrait un total 751,627 mètres cubes avec une dépense totale de 441,931 pesetas d'où il résulte un prix de P. 0,587 par mètre cube.

5° Le prix de l'acquisition de la drague et deux porteurs effectuée en 1883, joint à diverses dépenses utiles pour établir l'atelier de réparations fut de 658,931 pesetas, comprenant le transport et les droits de douane. La drague aspiratrice porteuse, acquise en 1891, coûte 328,823 pesetas, comprenant le transport et les droits de douanes.

La drague à godets et les porteurs datant de 1883, il semble qu'il y a lieu de prévoir l'amortissement en 20 ans, et il ressortirait des chiffres de M. Churruca que l'amortissement de l'intérêt du capital pour le train de dragage arriverait à environ P. 0,50 qui, ajouté à la moyenne de P. 0,58, nous donnerait P. 1,17, prix total du mètre cube dragué et déposé en mer.

Pour la drague aspiratrice porteuse, le même calcul ne porterait qu'à P. 0,10 l'amortissement et l'intérêt du capital, puis P. 0,06 d'assurance, chiffres qui, ajoutés à la moyenne de P. 0,193, nous donneraient P. 0,299, prix total du mètre cube dragué et déposé en mer.

D'après les observations faites sur l'état de la mer, la drague aspiratrice porteuse se maintient en travail sur la rade de Bilbao dans un mouvement oscillatoire de la proue à la poupe d'une amplitude de un mètre, tandis que, subissant ces mêmes mouvements de bâbord à tribord, l'amplitude ne doit pas dépasser 0m.50. Toutefois, ces chiffres devraient être réduits de moitié si le fond était composé de sable dur, compact sur lequel l'élinde risquerait de se briser.

Pour établir, s'il est possible d'une façon plus précise encore ces prix de revient, un autre travail, portant sur de plus grandes quantités, exécuté à St-Nazaire, sur la barre des Charpentiers, nous en fournit les documents. Sans entrer dans le détail des dépenses, nous relèverons que ce travail fut confié en trois contrats successifs aux entrepreneurs hollandais MM. Volker et Bos:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Le 1er | contrat, de | 150,000 mètres cubes, | à fr. | 0,85, |
| Le 2e | — | 1,000,000 | — | 0,784, |
| Le 3e | — | 150,000 | — | 0,55, |

les produits étant dragués et portés à trois milles en mer.

En regard de ces chiffres, l'estimation de l'administration présentée comme absolue, relevée du travail d'exploitation d'une drague aspiratrice porteuse nouvellement construite s'établit par une moyenne de 0,193 pour cinq mois de fin d'année et 0,201 pour une année entière sans intérêt ni amortissement du capital.

A ces chiffres précis je ferai remarquer qu'il ne suffirait pas, pour faire une estimation d'un projet de dragage, d'ajouter les intcrêts et amortissement du capital engagé, mais qu'il y a lieu de considérer que, lorsqu'un entrepreneur accepte un tel contrat de dragage, il doit prendre en considération une série de frais que ne supporte pas l'administration, ainsi : ses frais d'établissement dans la localité, contrats de charbon qu'il ne peut faire aussi favorablement que s'il était établi sans durée limitée, frais de personnel de direction, voyages, amortissement plus rapide, car il doit prévoir qu'à la fin de son contrat il peut ne pas trouver un autre travail analogue lui permettant d'utiliser ses dragues. Enfin, ses frais généraux et bénéfices, toutes considérations qui amènent pratiquement à multiplier par 3 le chiffre ci-dessus pour établir un prix de revient réel d'entreprise.

Une autre imprévision que nous devons bien noter et qui est plus grave, c'est le risque de rencontrer un déblai qui ne se dépose pas promptement dans le puisard et expose une drague à produire plusieurs fois en pure perte un travail sur lequel on avait compté. Au contraire, lorsqu'une telle surprise se produit sur une exploitation de l'administration, celle-ci a des chances de profiter même de cette défection si la situation du dragage comporte des courants, comme cela se produit généralement à l'embouchure des fleuves. Le fait de mettre les matières en suspension lui procure des « gains de flot » et « gains de jusant », les courants joignant leur force aux remous produits par la drague, deviennent un auxiliaire sérieux de travail dont le bénéfice échapperait toutefois à un entrepreneur s'il est payé par mètre cube chargé et transporté.

---

## GRANDE DRAGUE ASPIRATRICE PORTEUSE.

La difficulté de retenir les sables légers vaseux dans le puisard d'une drague aspiratrice est loin d'être résolue, mais une atténuation réelle consiste à employer des dragues à puisard de très grand volume, où les matières solides peuvent s'épandre sur une plus grande surface (*voir* planche III).

Nous citerons à ce sujet le port de Huelva (Espagne), où une mise en adjudication resta déserte malgré le gros cube de près de rois millions et demi offert au prix de P. 0,724. Comment expliquer l'abstention générale si ce n'est par la crainte de rencontrer des sables trop légers? Mais l'administration ne s'y méprit pas et, sans s'attarder à un nouvel appel, un outillage puissant fut construit et on peut actuellement en voir déjà les résultats. Une grande drague aspiratrice porteuse de 500 mètres cubes produit journellement cinq chargements de sable qu'elle porte en décharge à 16 kilomètres en mer. Les prévisions de l'administration étaient justes, et les apparences de légères vases à la surface ne l'arrêtaient point, car, à peine l'élinde de la drague pénètre-t-elle dans le fond, qu'un sable fin, mais dense, se laisse aspirer et remplit le puisard en trente ou quarante minutes.

Voici les données générales de ce puissant engin :

| | |
|---|---|
| Longueur de la coque entre perpendiculaires . | 55 mètres. |
| Largeur hors membres . . . . . | 9 — |
| Creux au milieu. . . . . | 5 — |
| Capacité du puits . . . . . | 500 mètres cubes. |
| Vitesse à l'heure, en charge ou à lège . . . | 10 à 11 nœuds. |
| Tirant d'eau moyen en charge . . . . . | 4 mètres. |
| Machine à triple expansion à condensation par surface . . . . . | 500 chevaux. |
| Chaudière marine en acier doux, timbrée . . | 10 atmosphères. |
| Surface de chauffe de la chaudière principale . | 125 mètres carrés. |
| Profondeur du dragage . . . . . | 12 mètres. |

Fermeture des clapets par presses hydrauliques :
Électricité, télégraphe, aménagements confortables.

Classée en première division par le bureau « Veritas », cette drague réalise l'outil économique modèle dans son genre.

## DRAGUE ASPIRATRICE PORTEUSE REFOULANT ELLE-MÊME LE CONTENU DE SON PUISARD.

Plusieurs dispositifs ont été exécutés pour obtenir qu'une drague aspiratrice porteuse puisse reprendre elle-même, au moyen de sa pompe, le contenu de son puisard et le refouler sur berges, sans se servir des portes de fond.

De ces dispositifs, le plus récent est celui de M. Louis Coiseau.

La carlingue centrale contient le tuyau d'aspiration. Elle porte sur ses côtés des portes à glissières qui sont manœuvrées de la passerelle centrale supérieure au moyen de manivelles.

Par ces portes, le déblai entraîné par l'effet de l'aspiration, entre dans le courant d'eau et est amené dans la pompe à déblai qui ensuite le refoule au dehors.

En outre de la pompe à déblais, une autre pompe de même rendement alimente en eau claire l'aspiration en lançant son eau, d'abord par l'ouverture placée au bout du tuyau d'aspiration sur l'avant du puisard dans la carlingue puis, lorsque le travail est bien en train, la direction du courant d'eau est modifiée. Au lieu d'être dirigée par le fond, l'eau est lancée par-dessus le déblai et vide et lave ainsi le fond du puisard.

Les clapets du fond, qui durant ce mode de travail ne sont pas utilisés, sont fermés solidement et rendus le plus étanches possible.

Les deux pompes sont complètement indépendantes et leurs vitesses respectives sont réglées par la pratique suivant la nature du terrain à refouler. De même, les petites portes à glissières sur la carlingue sont ouvertes progressivement suivant la nature du déblai et sa tenue dans le puisard.

---

## DRAGUE A GODETS ASPIRATRICE PORTEUSE ET REFOULEUSE.

Pour l'entretien des ports de la Baltique, dont les fonds et conditions de dragage sont fort différents d'un port à l'autre, une drague des plus puissantes a été construite pour satisfaire à toutes les exigences (*voir* planche IV).

En effet, cette drague marine porte en même temps une chaîne à godets et une installation de drague aspiratrice pouvant, dans les deux cas, charger elle-même son puisard et porter le déblai en mer ou le refouler à terre par une conduite flottante.

Les dimensions principales sont :

| | |
|---|---|
| Longueur à la flottaison . . . . . | 58 mètres. |
| Largeur au milieu. . . . . | 11 — |
| Creux au milieu . . . . . | 5 — |
| Capacité du puisard . . . . . | 400 mèt.cubes. |
| Tirant d'eau en charge . . . . . | $3^{m}.70$ |
| Profondeur du dragage sous la ligne de flottaison | 10 mètres. |
| Production avec la chaîne à godets en terrain sable dur ou argileux . . . . . | 300 mèt. cubes par heure. |
| *Dito* en aspirant du sable . . . . . | 400 mèt. cubes. |
| Deux machines à triple expansion de chacune actionnant simultanément les deux hélices, ou l'une la chaîne à godets et l'autre la pompe centrifuge refouleuse. . | 300 chev. |
| Deux chaudières avant une surface de chauffe chacune de . . . . . | 90 m. carrés. |

Classée au bureau Véritas : 1e division drague + I. $^{3}/_{3}$ P. 1. 1.

Tous les perfectionnements : lumière électrique, chauffage à vapeur, télégraphe, aménagements des plus confortables.

## DRAGUE MARINE ASPIRATRICE, VIDEUSE DE CHALANDS ET REFOULEUSE.

Pour les travaux de dégagements en Basse-Seine, où d'importantes quantités de sable sont constamment en mouvement, L'Administration des ponts et chaussées de Rouen met actuellement en fonctions un outil de grande puissance, dont voici la description (*voir* planche V) :

| | |
|---|---|
| Longueur de la coque . . . . . | 43 mètres. |
| Largeur sur membres . . . . . | 8 — |
| Creux de la quille aux barrots. . . . . | 3m.60 |
| Tirant d'eau en état de service . . . . . | 2 — |
| Vitesse par heure à marche libre . . . . . | 11 nœuds. |
| Capacité des soutes à charbon . . . . . | 40 tonnes. |
| Deux machines motrices à triple expansion avec un condenseur par surface, développant chacune séparément . . . . . | 400 chev. |
| Surface de chauffe des chaudières principales . . | 200 m. carr. |
| Timbre des deux chaudières principales . . . . | 10 atm. |
| Profondeur du dragage jusqu'à. . . . . | 10m.50 |
| Chargement d'un chaland de 100 mètres cubes de sable en . . . . . | 10 minut. |
| Vidage d'un chaland de 100 mètres cubes de sable en . . . . . | 15 — |

Ce bateau de mer n'est pas porteur, mais remplit les conditions suivantes :

*a*) Service de remorqueur, les deux machines actionnant deux hélices.

*b*) Draguer le sable du fond et charger en chalands, ou bien refouler par une conduite de tuyaux de 500 mètres à une hauteur de 6 mètres (cette hauteur étant à l'extrémité de la conduite).

*c*) Draguer le sable contenu dans les chalands et le refouler comme ci-dessus par la conduite.

Les deux machines principales actionnent chacune : soit une hélice, soit une des pompes centrifuges destinées à l'aspiration et au refoulement des déblais, soit la pompe centrifuge à eau claire pour délayer le déblai du chaland.

Deux élindes indépendantes placées sur les deux côtés du bateau permettent, si besoin, de faire fonctionner à la fois les deux

grandes pompes à déblais et charger en même temps deux porteurs à vapeur ou chalands accostés sur les côtés.

Une troisième grande pompe lance un fort jet d'eau claire dans le chaland que l'on vide au moyen de l'une des pompes à déblais qui en aspire le déblai et le refoule dans la conduite. On peut de même conjuguer si l'on veut les deux pompes à déblais pour aspirer et refouler, soit qu'on prenne le sable du fond, soit qu'on vide un chaland et qu'on refoule les sables par la conduite, dans ce dernier cas, la 2e machine doit actionner la pompe à eau claire.

Cette drague, construite d'après toutes les règles de l'art naval et sous la surveillance et la classification du bureau Véritas, comporte en outre tous les perfectionnements connus dans ce genre de construction : guindeaux et treuils à vapeur, gouvernail à vapeur, gréement complet, électricité, water-ballast, télégraphe, aménagements très confortables.

---

## SALAIRES D'UN ÉQUIPAGE DE DRAGUE. PRIMES A LA PRODUCTION.

Nous reproduisons ici un mode fort ingénieux d'application du salaire, avec primes à la production, créé par M. l'ingénieur en chef Belleville dans l'organisation du service des dragues aspiratrices porteuses au port de Bayonne.

Les considérations qui ont conduit M. Belleville au choix de la mesure à appliquer sont celles-ci :

Sur certains chantiers les salaires du personnel des dragues sont fixes. Le personnel n'est pas ainsi suffisamment engagé à faire produire l'engin.

Sur d'autres, on ajoute au salaire fixe une prime proportionnelle au cube produit. On intéresse ainsi le personnel, mais non dans la mesure de son travail qui n'est pas, en général, proportionnel au cube.

Quelquefois, on garantit un minimum de prime pour chaque mois, c'est-à-dire que l'on compte à l'équipage un certain cube, même s'il n'est pas atteint. Cela revient à augmenter le salaire fixe et à n'appliquer la prime qu'au delà d'un certain cube.

Dans certains ports, les primes sont calculées par 1,000 mètres cubes. Elles sont fixes pour les premiers dix mille ; au delà, on applique à chaque mille un tarif décroissant porté sur un barême.

Ce système a l'avantage de tenir compte de la facilité de travail relativement plus grande avec les forts rendements, mais il ne tient pas compte suffiamment des peines du personnel dans les mois de faible produit, alors qu'il y a eu soit des travaux de réparations avec l'aide du personnel, soit des mauvais temps, des sorties infructueuses, des manœuvres pénibles, des relâches, etc.

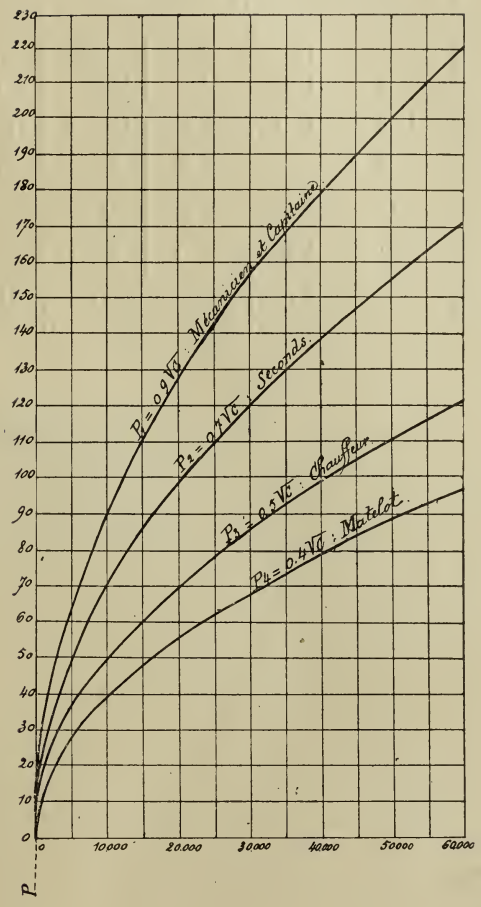
Pour Bayonne, M. Belleville a perfectionné ce dernier système ainsi : les salaires fixes sont juste suffisants pour permettre à l'équipage de vivre quand il ne touche pas de prime.

Le tarif de prime fort pour les premiers mètres cubes décroît rapidement comme les ordonnées d'une parabole (*voir* le diagramme, p. 23).

Appelant P la prime, C le cube mensuel, K un coefficient dépendant de l'emploi, on a adopté la formule : $P = K\sqrt{C}$.

En 1897, le cube mensuel par drague a varié entre un minimum de 10.143 mètres cubes et un maximum de 62.443 mètres cubes. Le cube moyen annuel a été de 386.440 mètres cubes.

*Diagramme des Primes.*




Le tableau des salaires fixes ainsi que le graphique des primes s'établissent comme suit :

SALAIRES FIXES.

Les salaires sont réglés par emploi et par classe, d'après le tableau suivant :

| DÉSIGNATION. | PRIX DE LA JOURNÉE. | | | MOYENNE MENSUELLE. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1re classe. | 2me classe. | 3me classe. | 1re classe. | 2me classe. | 3me classe. |
| | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. |
| Capitaine . . . . | 5 » | 4 50 | 4 » | 150 » | 135 » | 120 » |
| Mécanicien . . . | 4 50 | 4 » | 3 50 | 135 » | 120 » | 105 » |
| Second . . . . . | 3 30 | 3 » | 2 70 | 99 » | 90 » | 81 » |
| Chauffeur . . . . | 2 75 | 2 50 | 2 25 | 82 50 | 75 » | 67 50 |
| Matelot . . . . . | 2 50 | 2 25 | 2 » | 75 » | 67 50 | 60 » |
| Mousse . . . . . | » | 1 70 | » | » | 51 » | » |

J. MASSALSKI
INGÉNIEUR MARITIME
9, Boulevard Malesherbes
PARIS

627.06
I n R
1895

Planche A

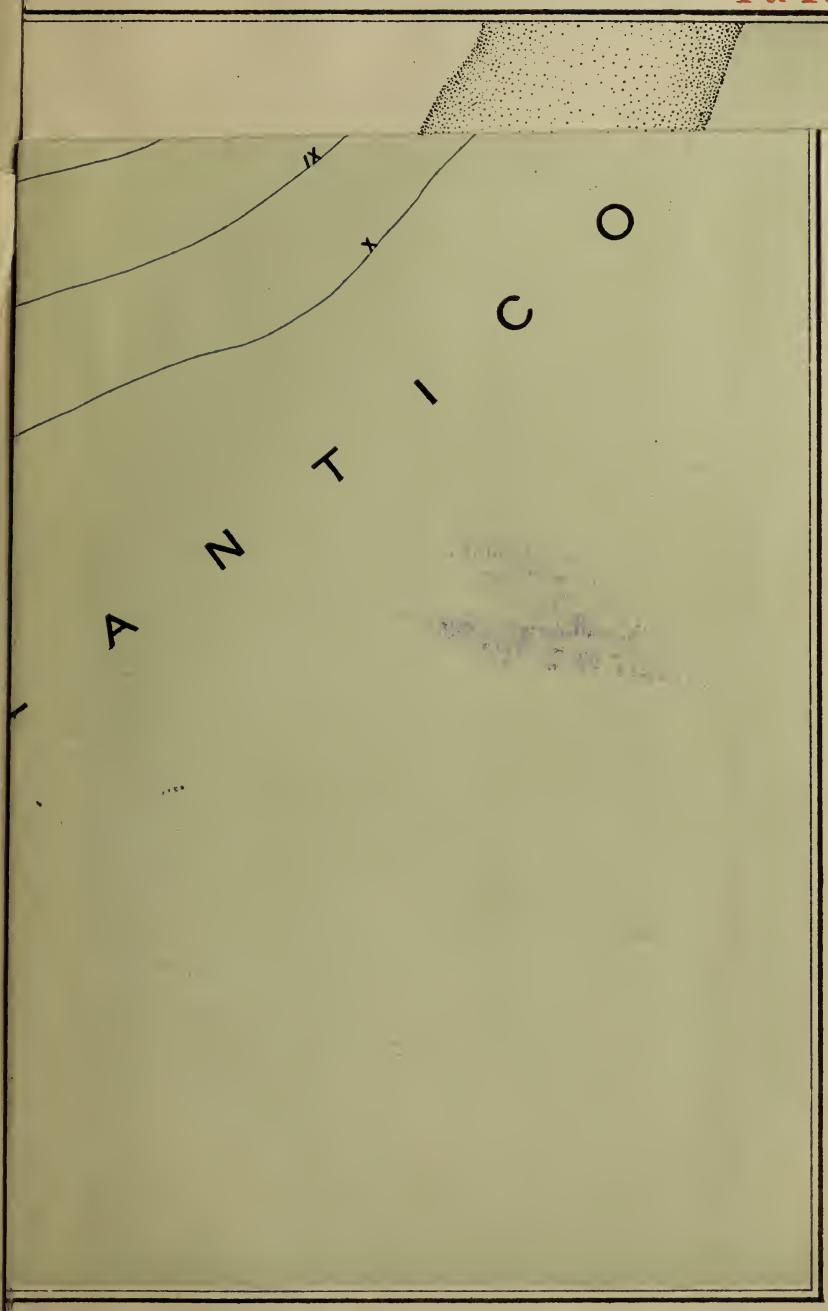
6270 6
INR
1895

Planche 4

PLAN GÉNÉRAL
DES
LAGUNES DE PATOS, MIRIM
ET LE
CANAL DU NORD
A
RIO GRANDE DU SUL
LAGUNE de PATOS
OCÉAN ATLANTIQUE
RIO GRANDE DO SUL
REP. ORIENTAL
LAGUNE MIRIM
S. Gabriel
CANOEIRA
TRIUMPHO
S. LEOPOLDO
P. ALEGRE
PELOTAS
R. Grande
S. José do Norte
BARRE DE RIO GRANDE
R. Jacuhy
R. Pardo
R. Caxoeira
R. Taquary
R. Cadeia
R. das Sinos
R. Gravataí
R. Capivary
R. Piratinim
R. Piratinim
R. Canguçu
R. Piratinim
R. S. Gonçalo
R. Lagoa dos Patos
R. Lagoa Mirim
R. Jaguarão
R. Tacuarembó
R. Negro
R. Ibicuy
R. Uruguay
R. Ibicuy
R. Macaco
R. Macaquera
R. Ibicuy
R. Ibicuy
R. Ibicuy

627.06
INR
1898

Pl. I.



62706
I.K.



# PLANCHE
— DE LA —
# BARRE DE RIO GRANDE

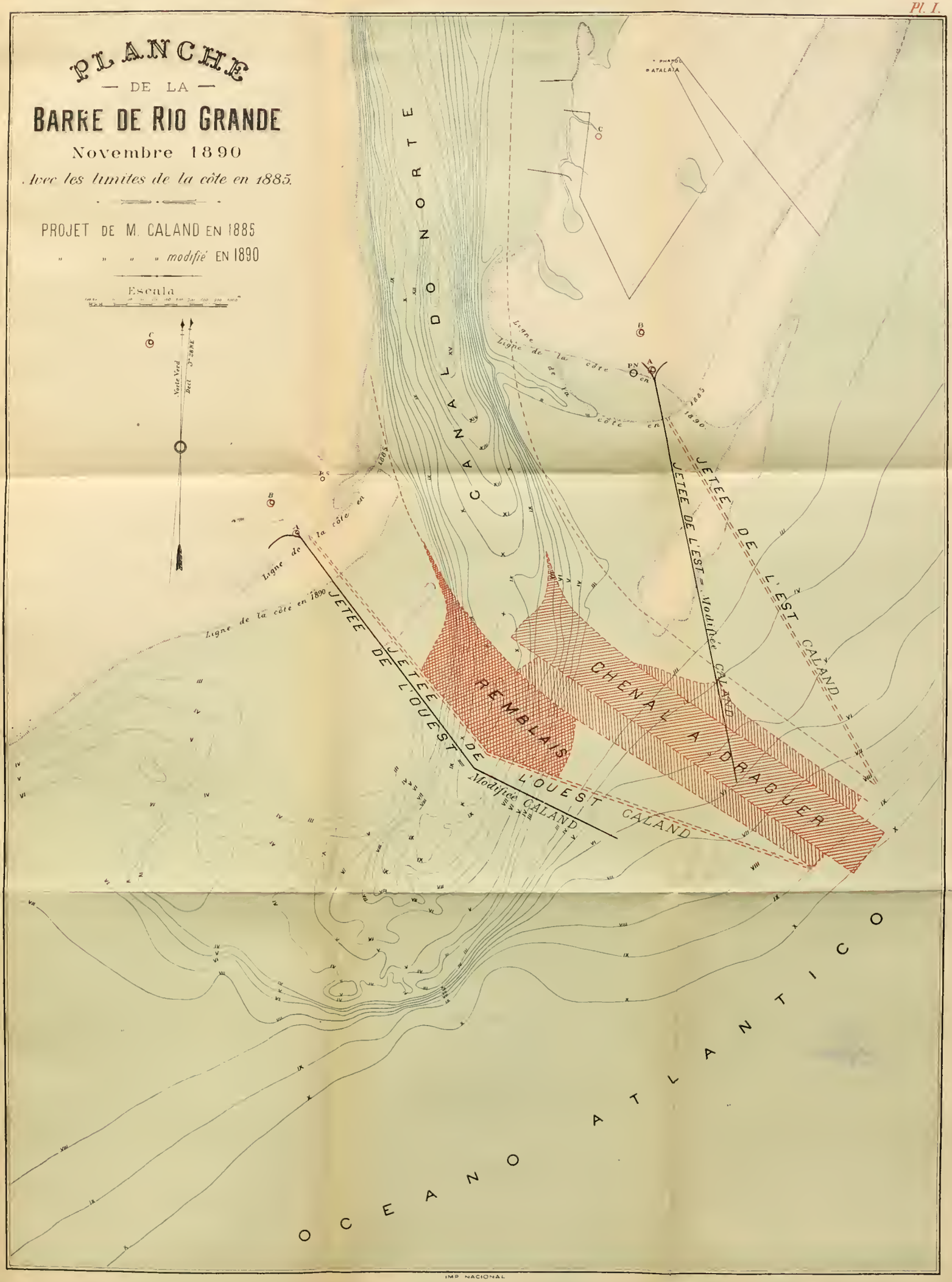
Novembre 1890

*Avec les limites de la côte en 1885.*

PROJET DE M. CALAND EN 1885

" " " " *modifié* EN 1890

Escala




IMP. NACIONAL

Planche II

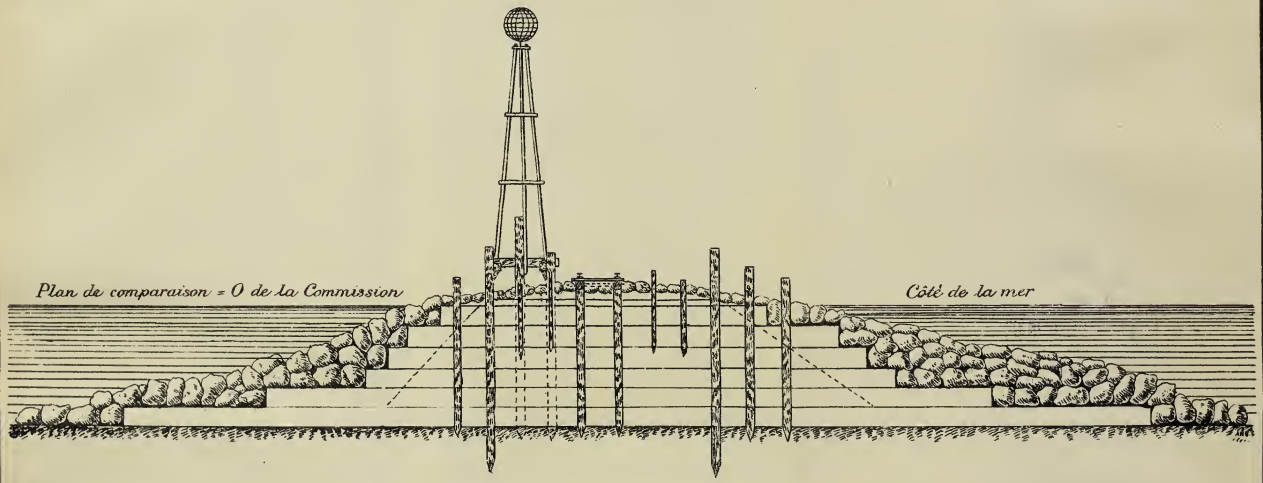
# E RIO GRANDE DO SUL

1:200

# PROFIL EN TRAVERS. JETÉES POUR LA BARRE DE RIO GRANDE DO SUL

**PROFIL TYPE À L'ÉCHELLE DE 1:200**

SPÉCIMEN Nº 2




IMP. NACIONAL

Planche 3ª

LHORAMENTO DA BARRA DO RIO GRANDE 1883.

# QUADRO COMPARATIVO

## da posição e profundidade da Barra do Rio Grande do Sul em differentes epocas

Planche 3ª

1775
PLANTA PERSPECTIVA

PLANTA ILLUSTRATIVA
publicada em Manchester

1814
PLANTA DA BARRA
na carta editada por
STEEL & Cia

Sondas em braças Inglezas

1849
PLANTA de C. H. DILLON
publicada pelo Almirantado.

Sondas expressas em pés

1854
TRIANGULAÇÃO
da Commissão de Limites

1866.
PLANTA de J. B. JOHNSON
publicada pelo Almirantado.

Sondas expressas em metros

1875.
PLANTA de J. HAWKSHAW

Sondas expressas em metros

1881.
PLANTA
do
Engº LOPO NETTO

Sondas expressas em metros

1883
PLANTA
da
COMMISSÃO de MELHORAMENTO

Sondas expressas em metros

Escala 1 50 000

PRENSA NACIONAL

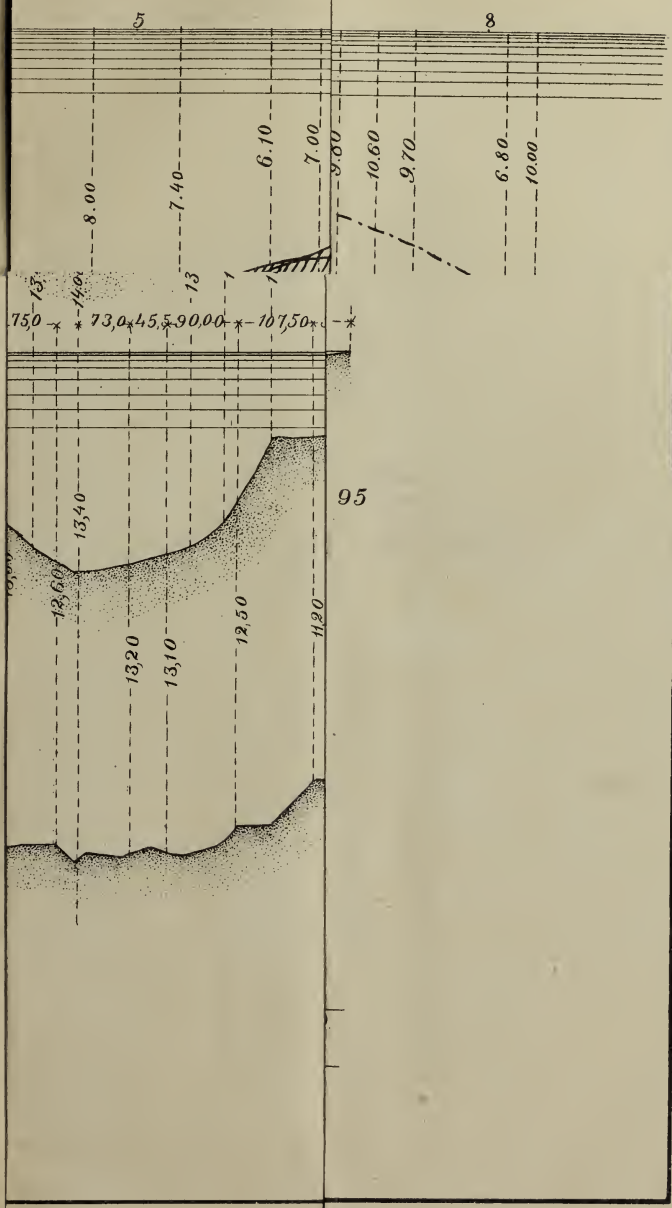
COMMISSÃO DE MELHORAMENTO DA BARRA DO RIO GRANDE 1883.

PROJET DE
DE
C A
TICO
JETEE DE L'OUEST
Jetee de L'ouest Modifiée - CA

PLANTA GERAL
DA
BARRA E PORTO
DO
RIO GRANDE DO SUL
1894
ESCALA
CONVENÇÕES
ILHA DA TOROTAMA
ILHA DO MOSQUITO
Diamante
Sacco do Mendanha
Sacco do Arraial
ILHA DOS MARINHEIROS
ILHA DOS CAVALLOS
ILHA DA PBLVORA
ILHA DAS POMBAS
S. José do Norte
Sacco do Quiteria
CIDADE DO RIO GRANDE
Hydraulica
ILHA DO MACHADINHO
Quintas
ESTRADA DE FERRO DO RIO GRANDE A BAGÉ
Arroio Martins
ESTRADA DE FERRO DO RIO GRANDE A COSTA DO MAR
Arroio Simão
Portal da Mangueira
PROJETO DE LA COMMISSION
CANAL DO NORTE
Corôa da Marianna
Pharol
Atalaia
MOINHO
Fortificação
JETTÉE DE L'EST - CALAND
JETTÉE DE L'OUEST - CALAND
CANAL DA CARAGUEY
Cassino
OCEANO ATLANTICO

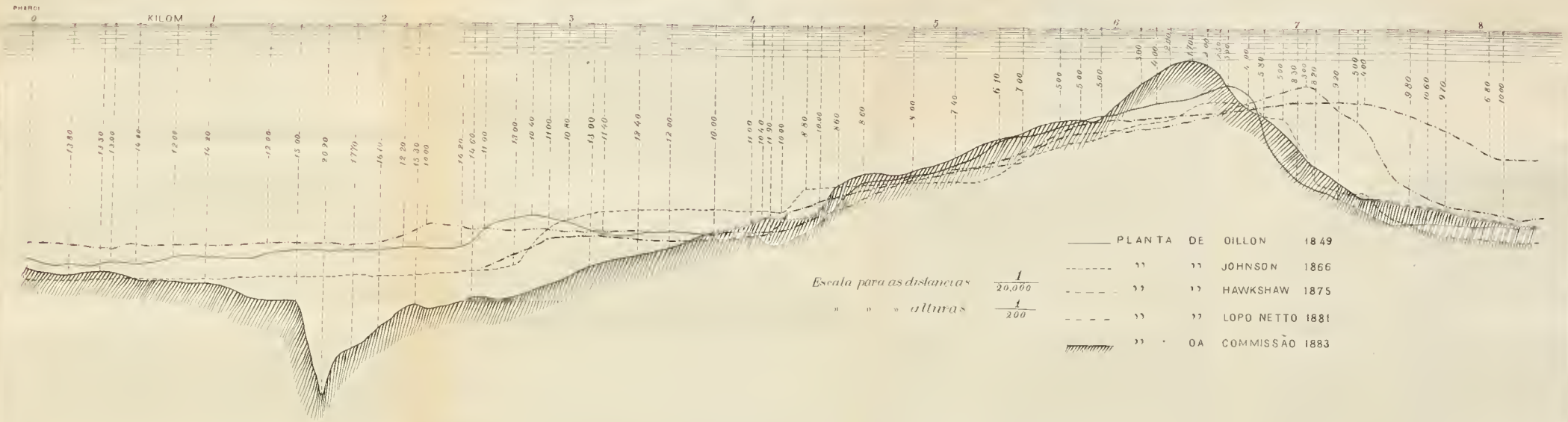
V

DIFFERENTE




Com. Grande. 1883.

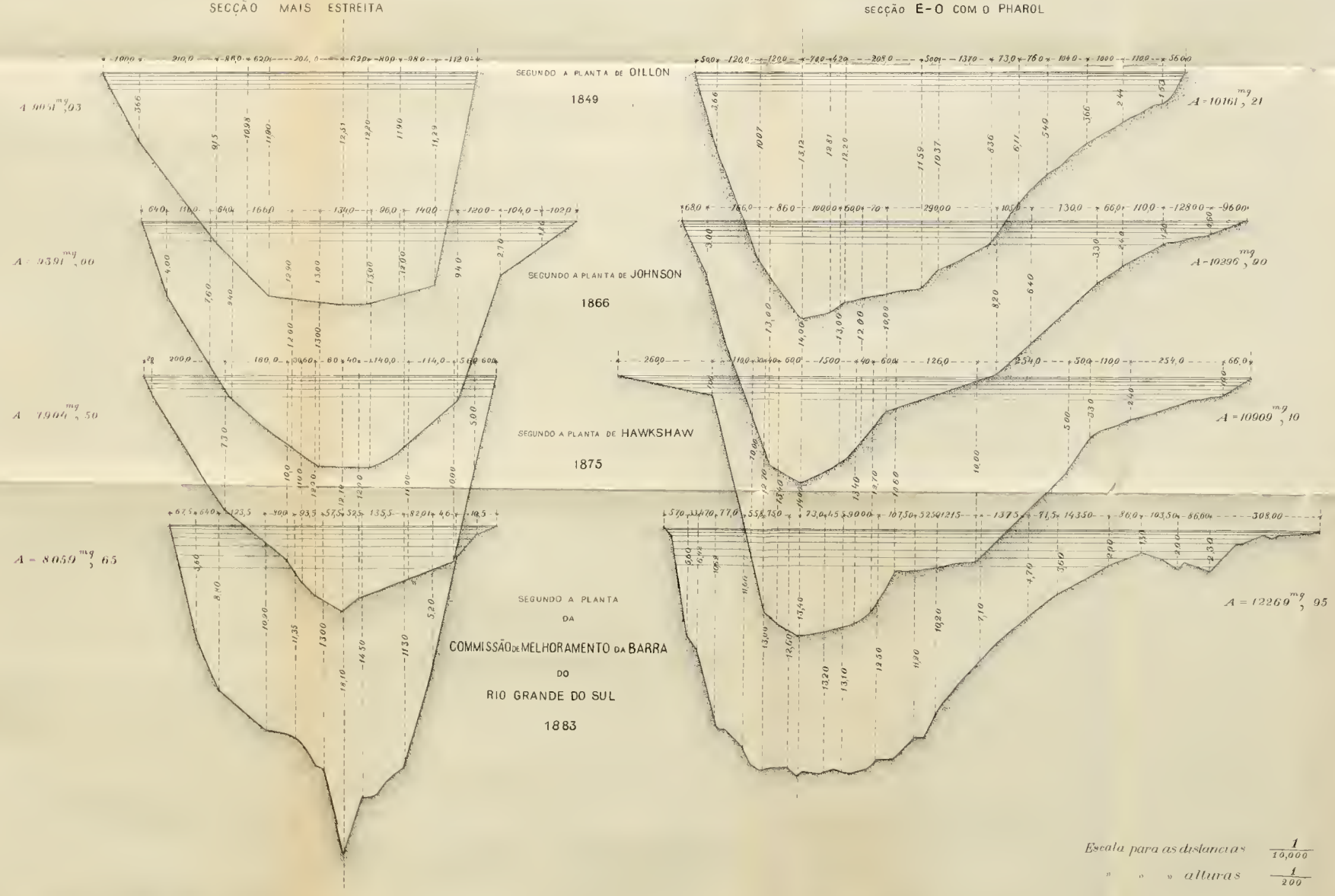
# SECÇÃO LONGITUDINAL DO CANAL E DA BARRA EM DIFFERENTES EPOCAS




## SECÇÕES TRANSVERSAES DO CANAL DO NORTE

SECÇÃO MAIS ESTREITA

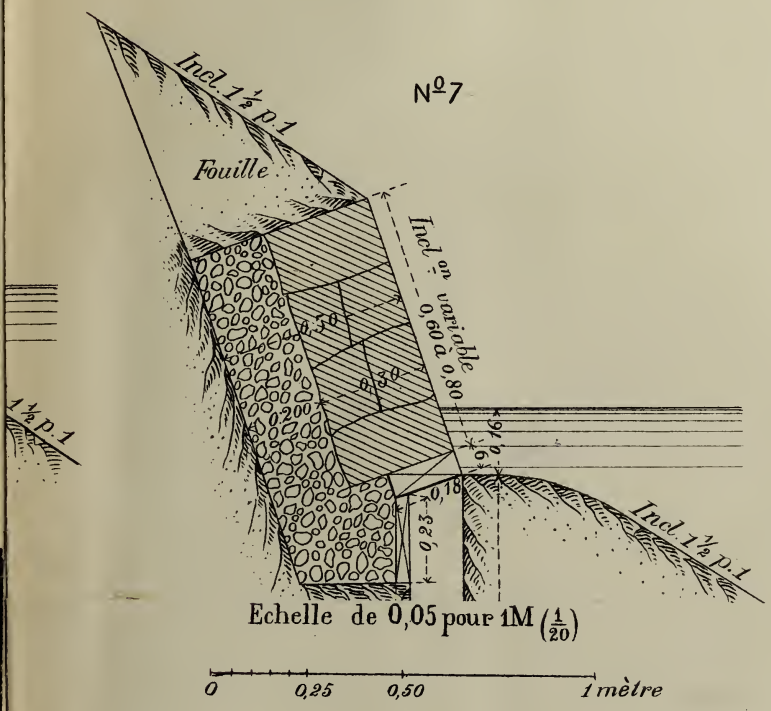
SECÇÃO E-O COM O PHAROL




IMPRENSA NACIONAL (BRAZIL)

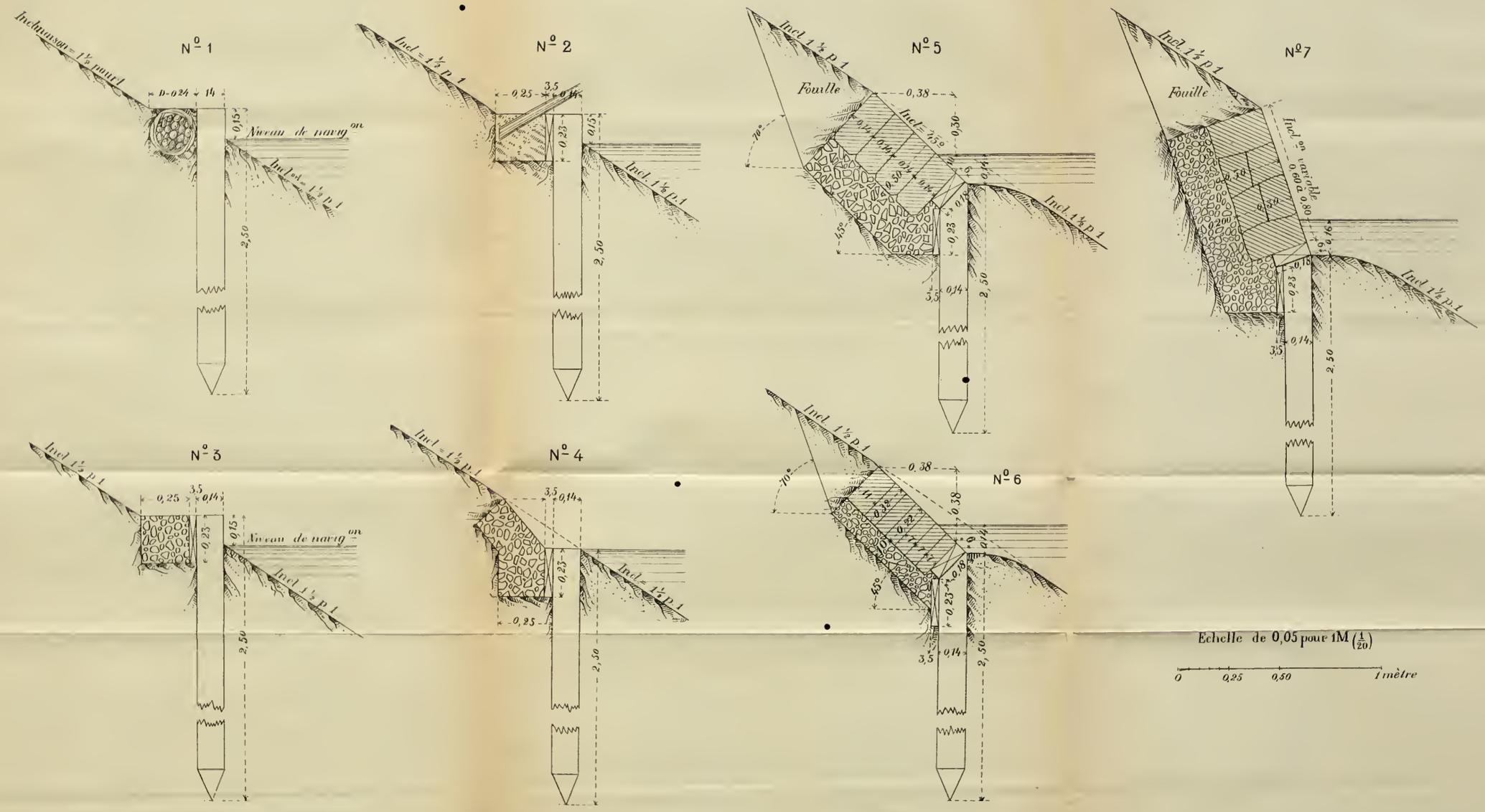
*Commissão de Melhoramento da Barra do Rio Grande. 1883.*

DE FLOTTAISON



## TUNAGES

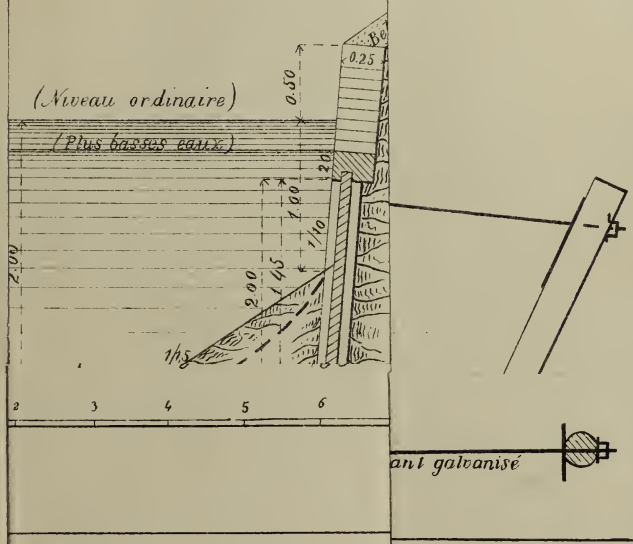
## PERRÉS DE FLOTTAISON




IMP. NACIONAL

(Projet

Fig. 18. (Pour canaux intérimes).




PRENSA NACIONAL
BRASIL

## (Consolidation des berges sur le canal de Haneken)

Fig. 10'.

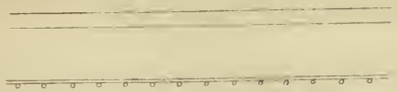


Fig. 10

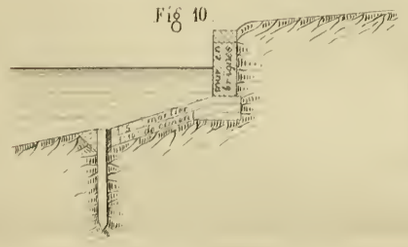


Fig. 11'.

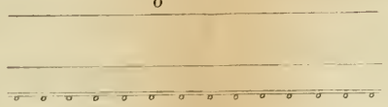


Fig. 11

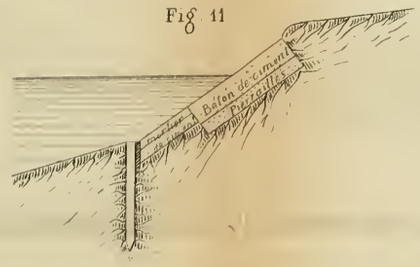



Fig. 12'.

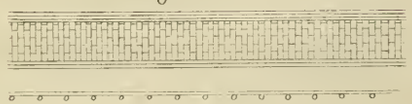


Fig. 12

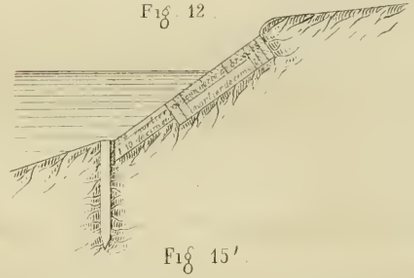


Fig. 13'

Fig. 14'.

Fig. 15'.

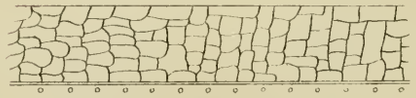


Fig. 13.

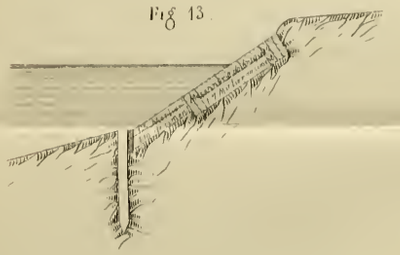


Fig. 14.

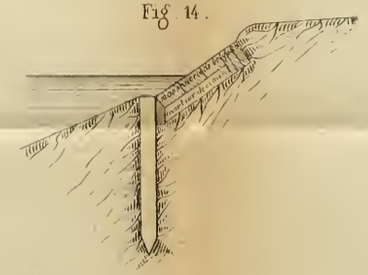


Fig. 15

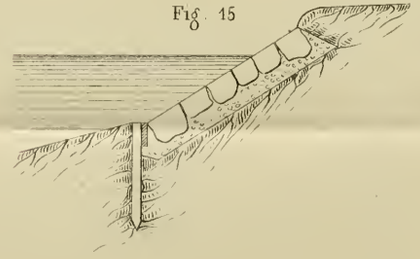


Fig. 16
(Plaques de ciment)

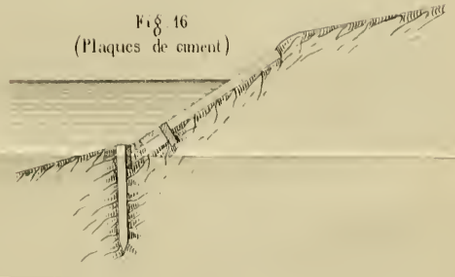
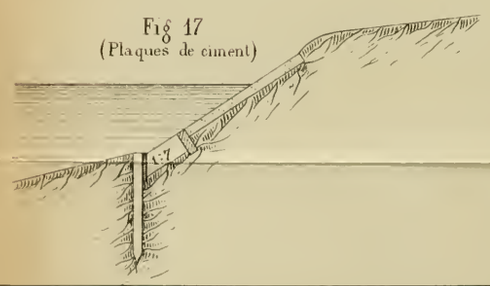


Fig. 17
(Plaques de ciment)



## (Projet de consolidation de berges)

Fig. 18 (Pour canaux intérieurs).

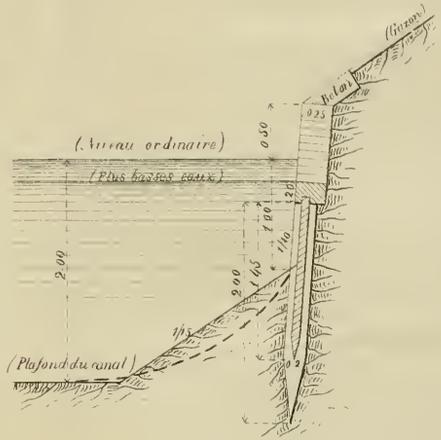



Fig. 18'

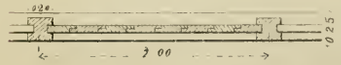



Fig. 19. (Pour canaux maritimes).

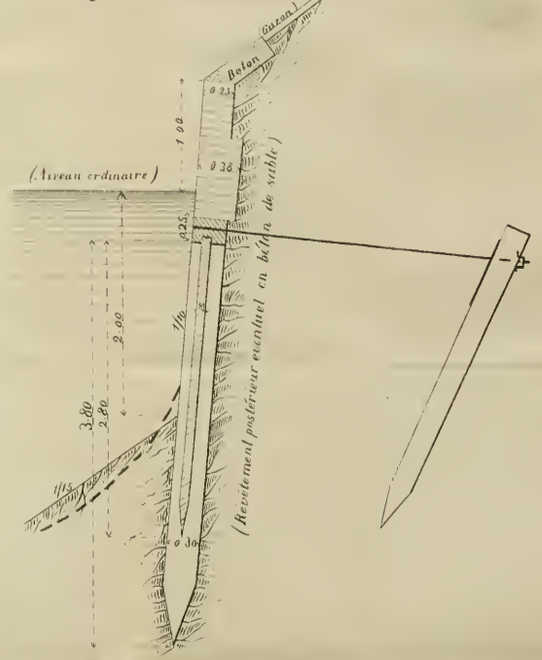
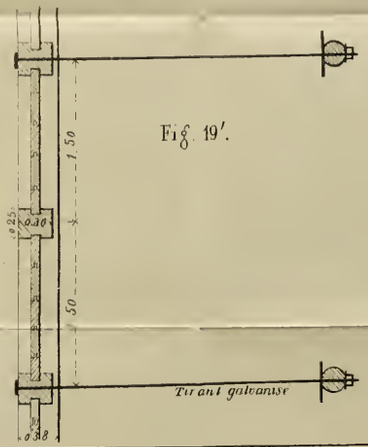
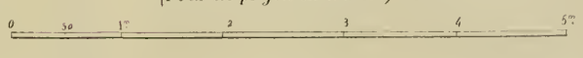



Fig. 19'.




(Echelles)

(Pour les profils en travers) 1:50




Pour les plans longitudinaux (fig 10' a 15') 1:100




IMPRENSA NACIONAL
BRASIL

Planche IX

Fig. 14, A. *Profils transversaux du Weser après la Correction.*

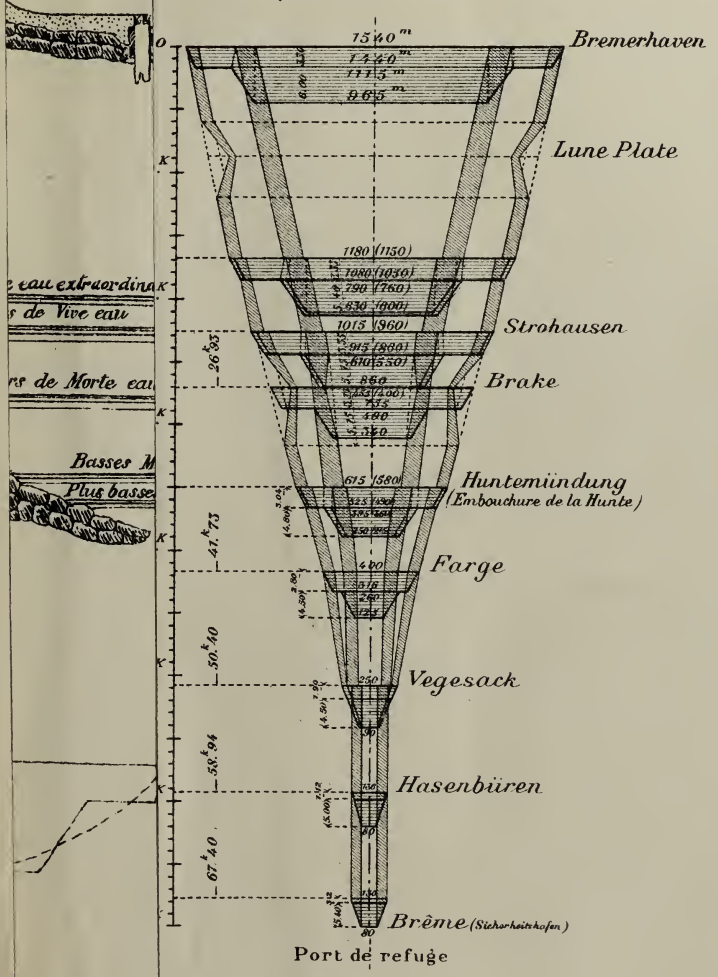


Fig. 4.

Courant de flot

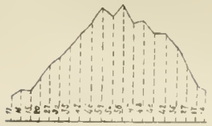


Fig. 5.

Courant de jusant

Fig. 6.

Courant de flot.

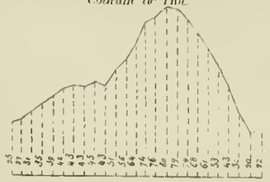


Fig. 7.

Courant de jusant.

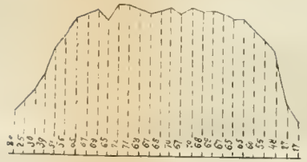


Fig. 14.

Fig. 15.

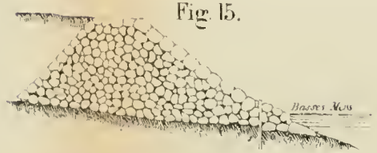



Fig. 16.

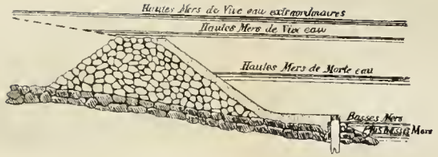



Fig. 17.

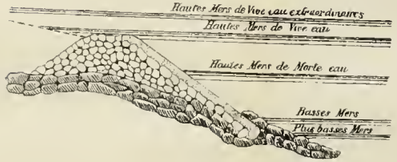



Fig. 18

## Propagation de la Marée dans le Weser

(les eaux étant à la cote (1.73) de l'échelle de Brême)

Fig 14.B. Avant la Correction

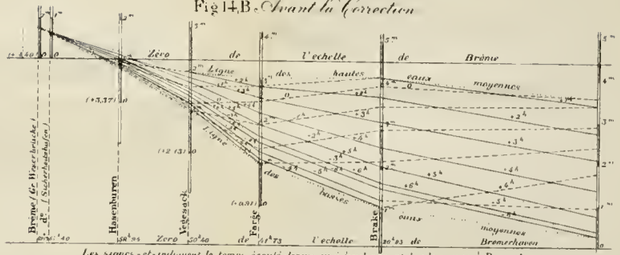



Fig 14.C. Après la Correction.

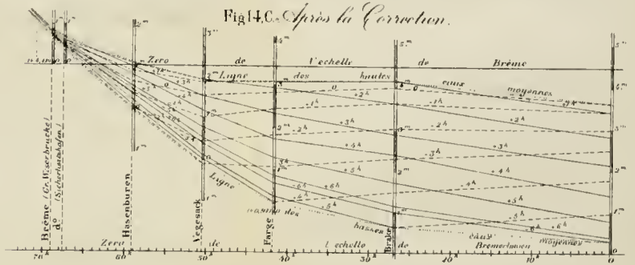
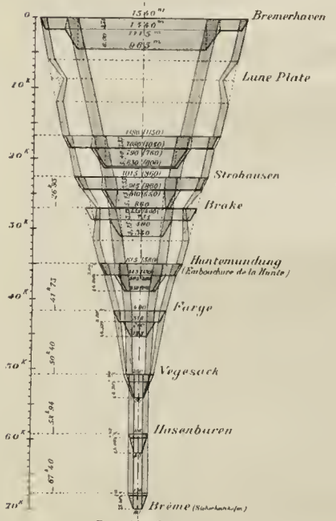
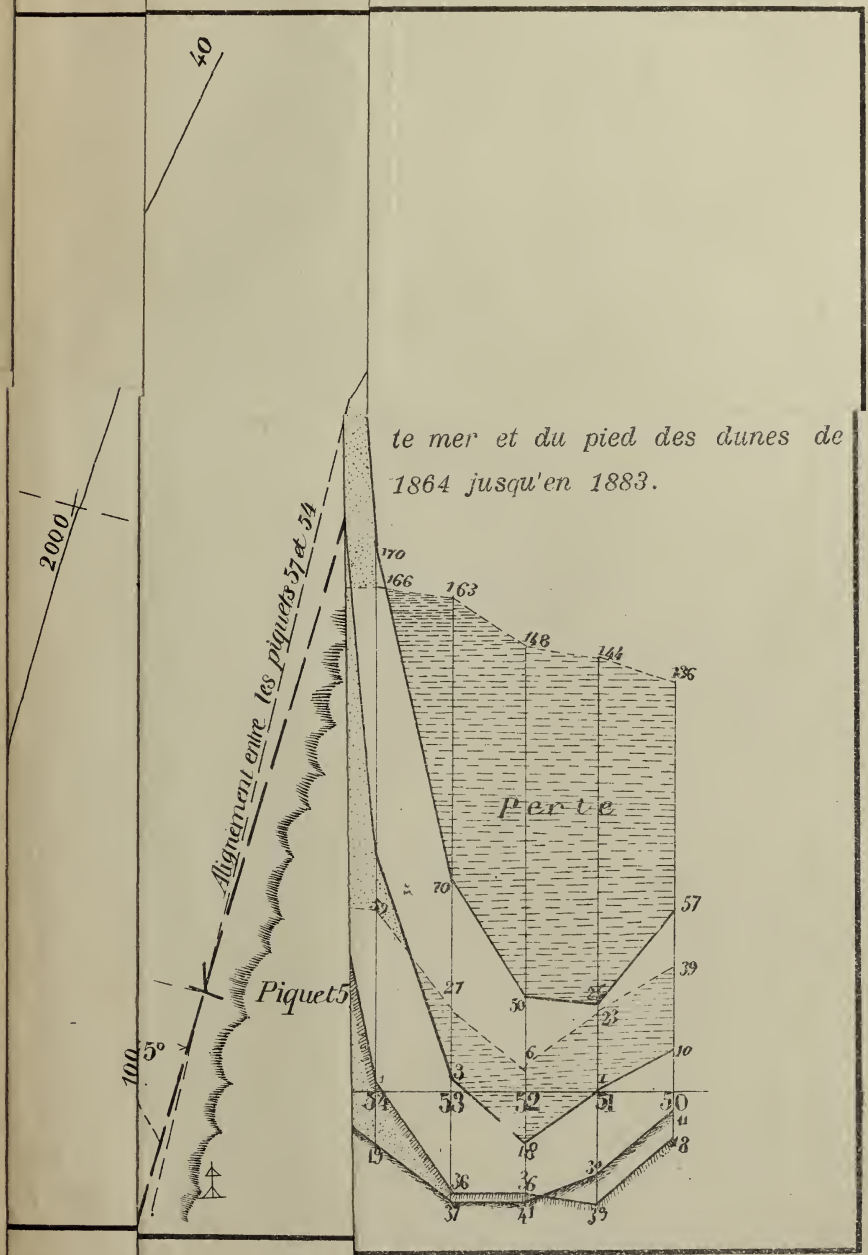



Fig 14.A. Profils transversaux du Weser après la Correction.






IMP. NACIONAL

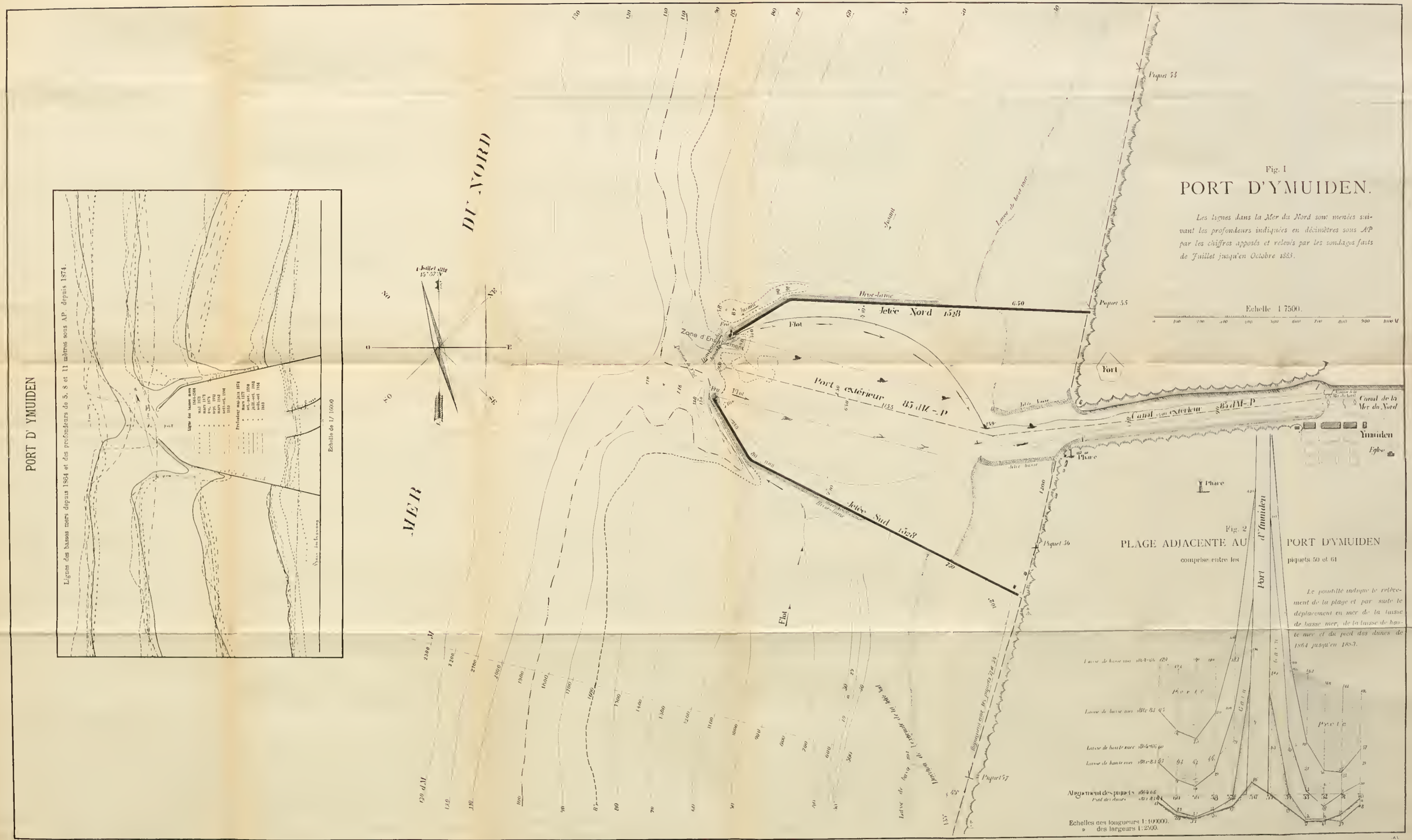
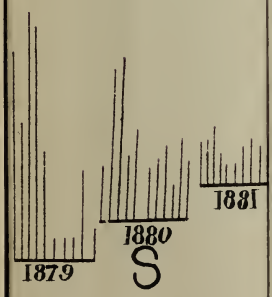


Fig. 1
PORT D'YMUIDEN.
Les lignes dans la Mer du Nord sont menées suivant les profondeurs indiquées en décimètres sous AP par les chiffres apposés et relevés par les sondages faits de Juillet jusqu'en Octobre 1883.
Echelle 1/7500.
MER DU NORD
Jetée Nord 1528
Jetée Sud 1528
Port extérieur 8.5 dM-P
Canal extérieur 8.5 dM-P
Canal de la Mer du Nord
Ymuiden
Eglise
Phare
Fort
Zone d'Enrochement
Flot
Jusant
Brise-lame
Paquet 53
Paquet 55
Paquet 56
Paquet 57
Fig. 2
PLAGE ADJACENTE AU PORT D'YMUIDEN
comprise entre les piquets 50 et 61
Le pointillé indique le relèvement de la plage et par suite le déplacement en mer de la laisse de basse mer, de la laisse de haute mer et du pied des dunes de 1864 jusqu'en 1883.
Port d'Ymuiden
Canal
Alignement des piquets
Echelles des longueurs 1:100000.
des largeurs 1:2500.
PORT D'YMUIDEN
Lignes des basses mers depuis 1864 et des profondeurs de 5, 8 et 11 mètres sous AP depuis 1874.
Echelle de 1/1500.

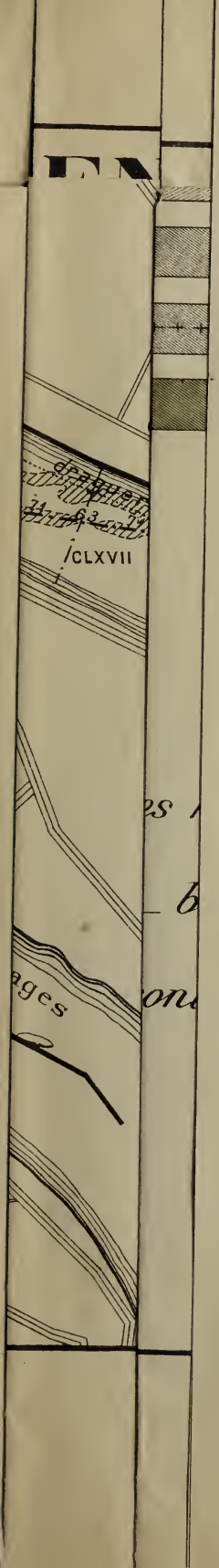
# COMPARATIVO
## DA
## ENTOS NOS ANNOS
## DE
## 77 a1883
## TA DA BARRA DEPOIS DE



# DIAGRAMMA COMPARATIVO
## DA
## ACÇÃO DOS VENTOS NOS ANNOS
## DE
## 1877 a 1883
## SOBRE A PLANTA DA BARRA DEPOIS DE 1880.

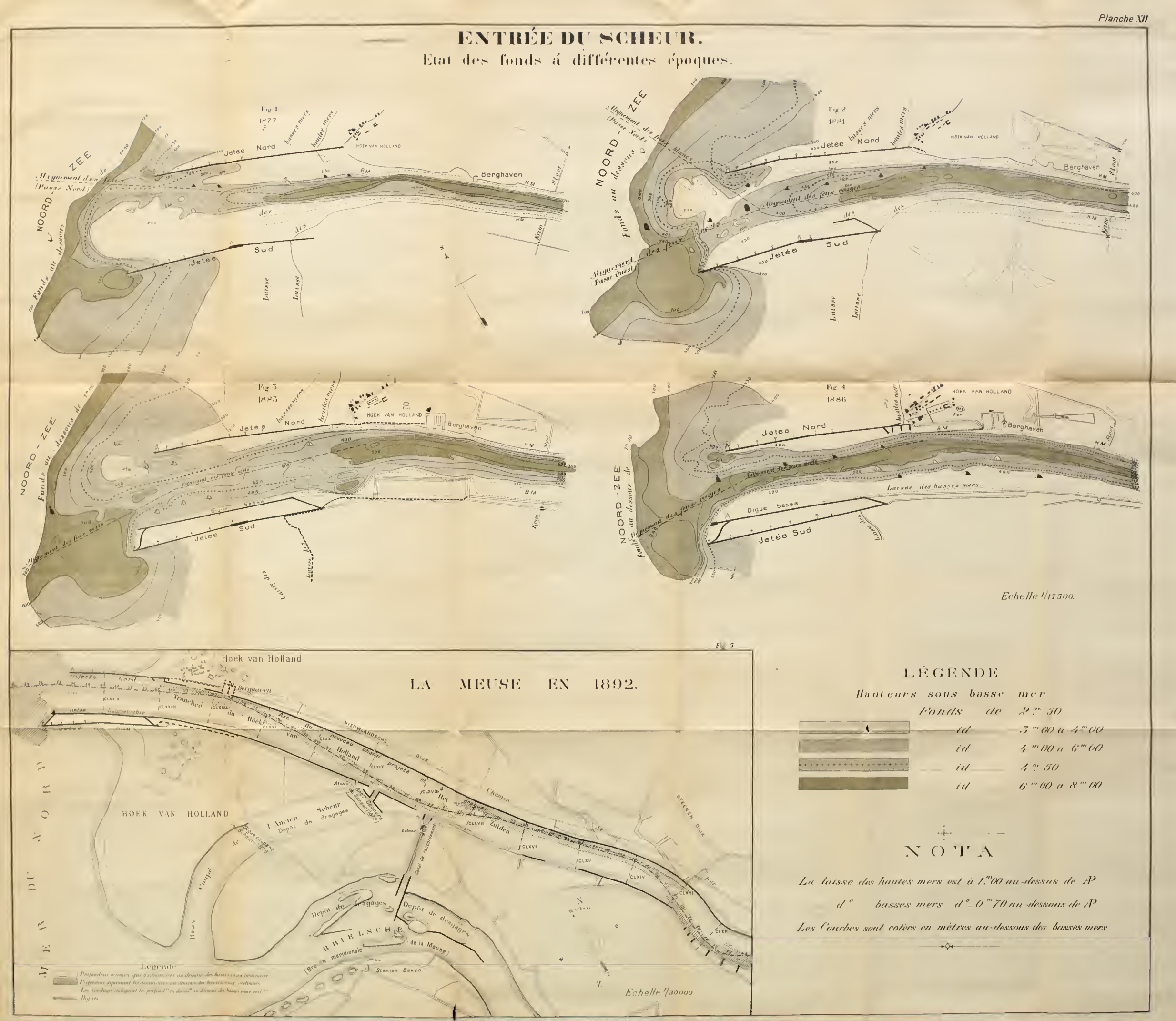
IMP NACIONAL.

Commissão de Melhoramentos da Barra do Rio-Grande do Sul 1883


CLXVII
ages

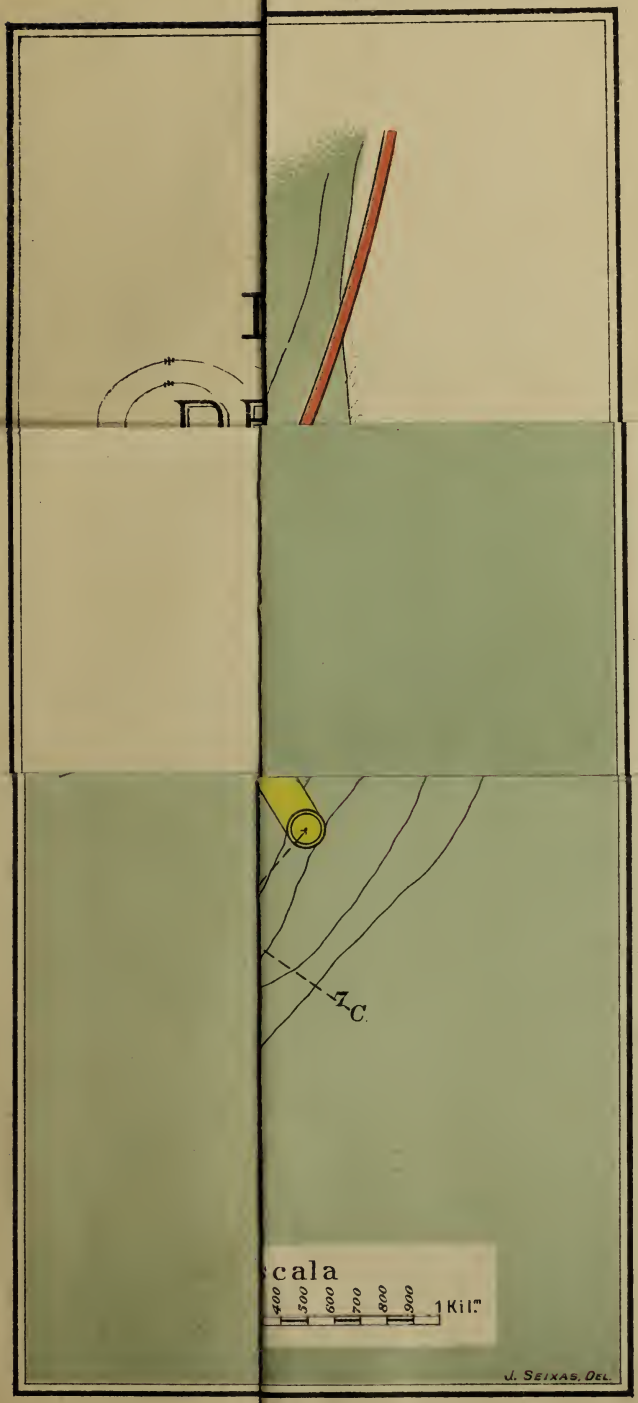
# ENTRÉE DU SCHEUR.

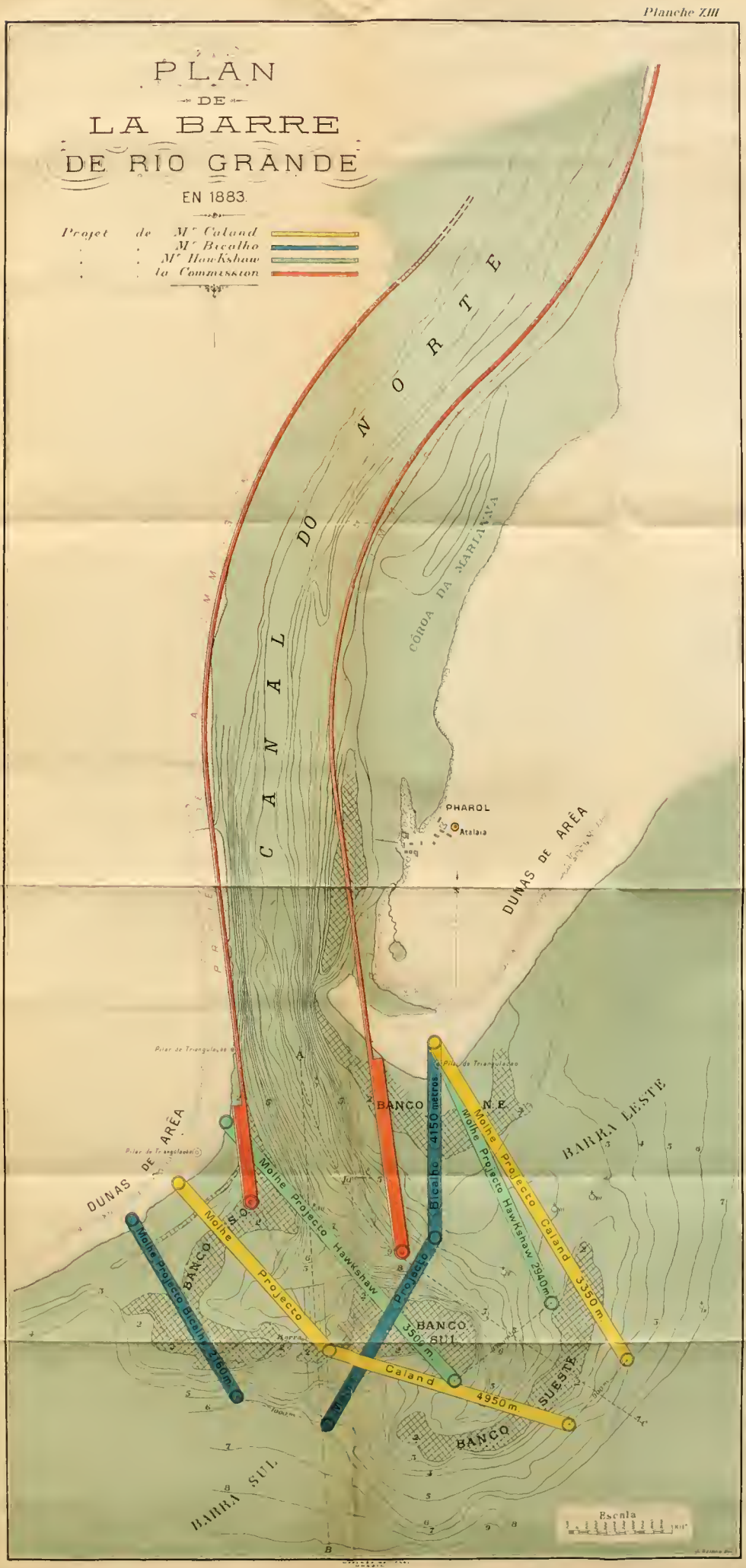
## Etat des fonds á différentes époques.




IMPRENSA NACIONAL

*Planche XIII*




PLAN
DE
LA BARRE
DE RIO GRANDE
EN 1883.
Projet de Mr Caland
Mr Bicalho
Mr Hawkshaw
la Commission
CANAL DO NORTE
CÔROA DA MARIANNA
PHAROL
Atalaia
DUNAS DE AREA
DUNAS DE AREA
BANCO N.E.
BANCO S.O.
BANCO SUL
BANCO SUESTE
BARRA LESTE
BARRA SUL
Molhe Projecto Hawkshaw
Molhe Projecto Bicalho 2760m.
Molhe Projecto Caland 4950m.
Molhe Projecto Bicalho 4150 metros
Molhe Projecto Hawkshaw 2940m.
Molhe Projecto Caland 3350m.
Pilar de Triangulação
Escala

que.)

Fig. 7.

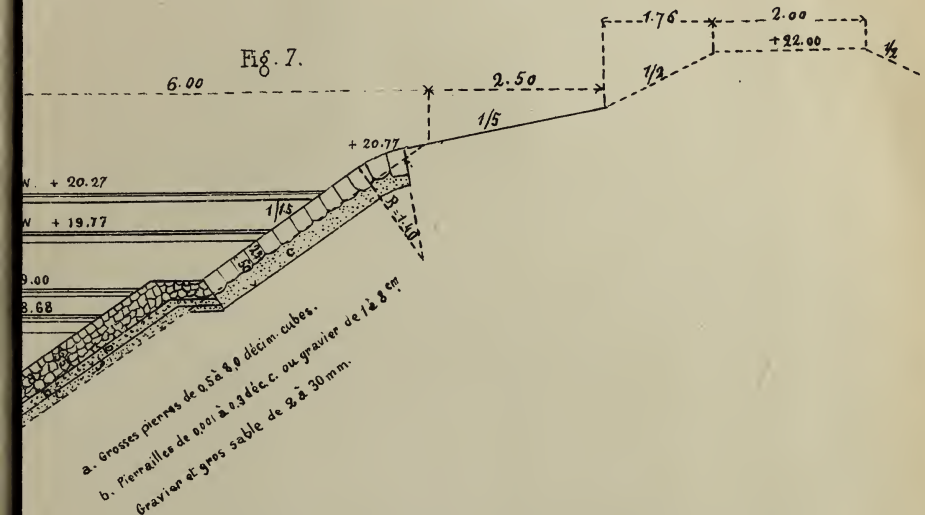
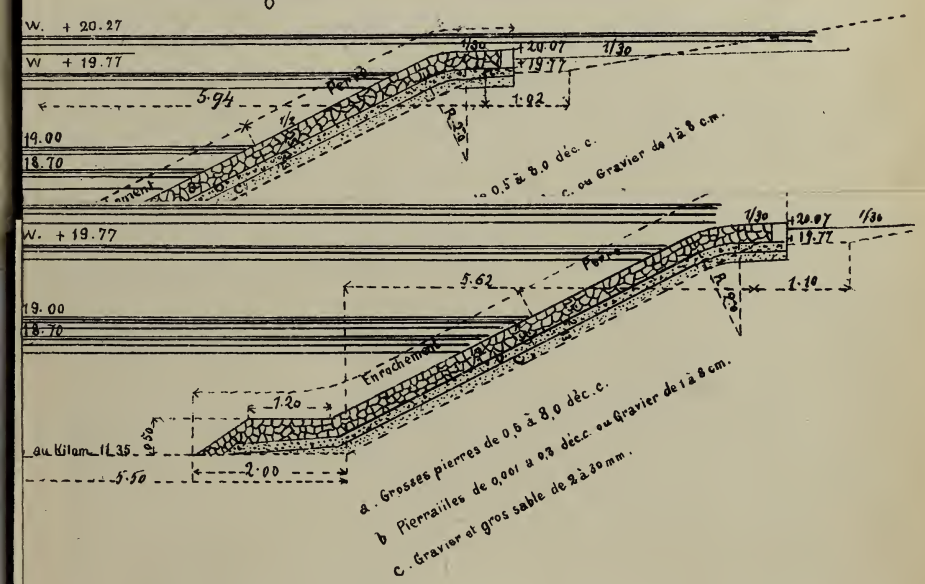



Fig. 8.




Echelle : $\frac{1}{100}$

*Imp. Nacional.* BRASIL.

# ( Consolida des Berges sur le Canal de la Mer du Nord à la Baltique. )

Fig. 1

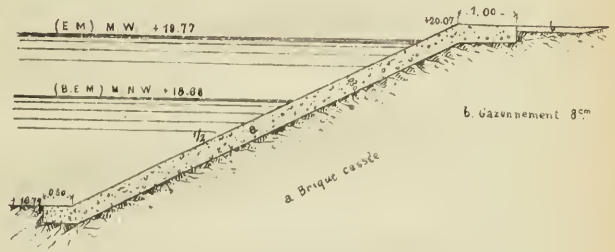



Fig. 2.

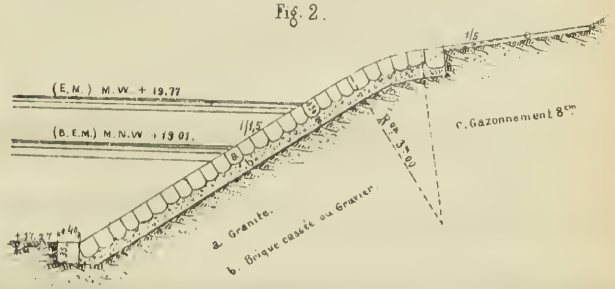



Fig. 3.

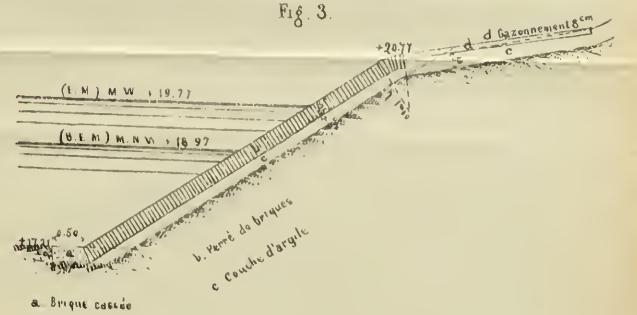



Fig. 4

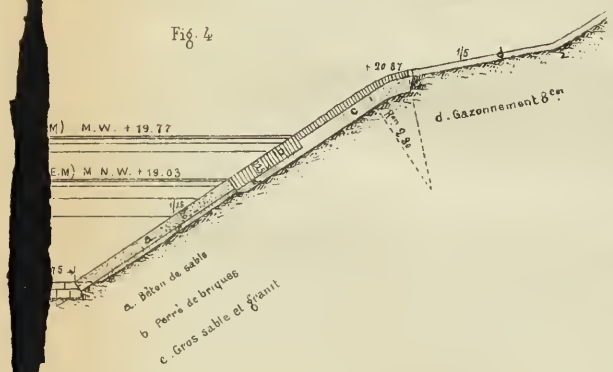



Fig 5

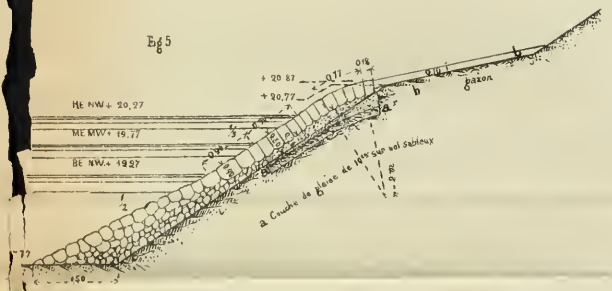



Fig 6

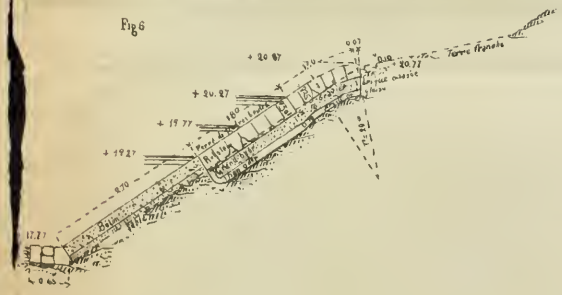



Fig. 7.

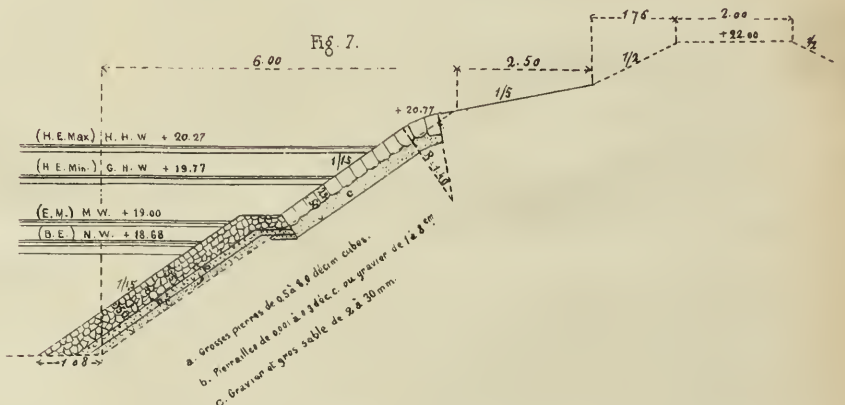



Fig. 8.

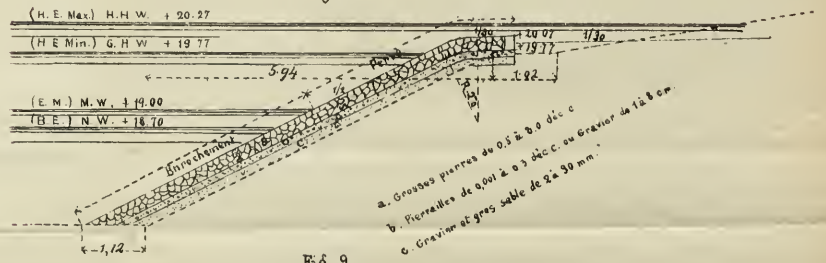
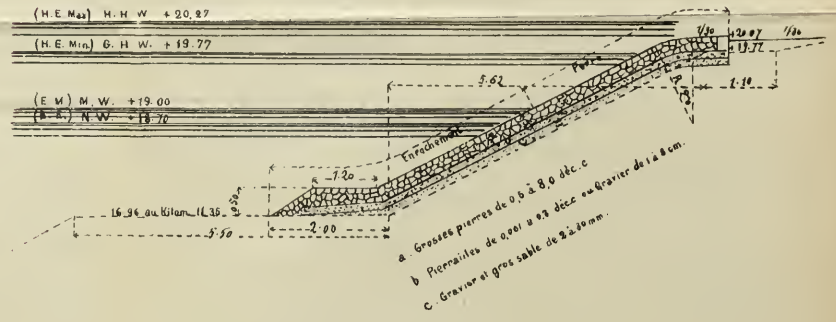



Fig. 9.




*Echelle :* $\frac{1}{100}$

(Les cotes inscrites se rapportent à une horizontale placée à 20m00 au-dessous du zéro normal.)

*Imp. Nacional.* BRASIL.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
627.06 INR1898 C001
Rapports [et communications].
3 0112 088626335